Regulador de Tensão

ECW500

Manual do Usuário

Manual do Usuário

Série: ECW500

Idioma: Português

N° do Documento: 10001525643 / 02

Versão do Software: 1.1X

Data de Publicação: 08/2015

Revisão	Descrição	Capítulo
00	Primeira edição	-
01	Detalhamento dos modos MPFC e MRPC	4
02	Inclusão de novos parâmetros criados na versão V1.10	1

SUMÁRIO

1 REFERÊNCIA RÁPIDA DOS PARÂMETROS 4

2 ERROS, AVISOS E EVENTOS 11

2.1 ERROS 11
2.2 AVISOS 11
2.3 EVENTOS 12

3 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA 13

3.1 AVISOS DE SEGURANÇA DO MANUAL 13
3.2 AVISOS DE SEGURANÇA NO PRODUTO 13
3.3 RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES 14

4 SOBRE O ECW500 15

4.1 INFORMAÇÕES DO MANUAL 15
4.1.1 Símbolos e Definições Utilizados 15
4.2 VERSÃO DE SOFTWARE 16
4.3 CARACTERÍSTICAS 17
4.4 ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO 18
4.5 INTERFACE HOMEM MÁQUINA (HMI) 19
4.5.1 Teclas 19
4.5.2 Instalação 20
4.5.3 Bateria 20

5 INSTALAÇÃO E CONEXÃO 21

5.1 RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO 21
5.2 INSTALAÇÃO MECÂNICA 21
5.2.1 Condições Ambientais 21
5.2.2 Posicionamento e Fixação 21
5.3 INSTALAÇÃO ELÉTRICA 23
5.3.1 Fiação de Potência e Aterramento 24
5.3.2 Fusíveis de Proteção 24
5.3.3 Conexão do Aterramento 25
5.3.4 Conexões de Controle 26

6 DESCRIÇÃO FUNCIONAL 29

6.1 ESTRUTURA DE PARÂMETROS NA HMI 29
6.1.1 Telas de Medição 31
6.1.2 Telas de Edição 31
6.1.3 Tela de Eventos 31
6.1.4 Tela de Senha 32
6.2 ENTRADAS DIGITAIS 33
6.2.1 Entrada Digital LIGA 34
6.2.2 Entrada Digital DESLIGA 34
6.2.3 Entrada Digital MTVC 34
6.2.4 Entrada Digital MECC 34
6.2.5 Entrada Digital HABILITA PARALELO 34
6.2.6 Entrada Digital DESABILITA PARALELO 34
6.2.7 Entrada Digital HABILITA ONLINE 35
6.2.8 Entrada Digital DESABILITA ONLINE 35
6.2.9 Entrada Digital INCREMENTA 35
6.2.10 Entrada Digital DECREMENTA 35
6.2.11 Entrada Digital Reset Alarmes 36
6.3 ENTRADA ANALÓGICA 36
6.4 MODOS DE OPERAÇÃO 37
6.4.1 Desligado 37

6.4.2 MTVC (Automático) ... 37
6.4.3 MECC (Manual) ... 38
6.4.4 MTVC DROOP ... 38
6.4.5 MPFC (Power Factor Control) ... 39
6.4.6 MRPC (Var Control) ... 39
6.4.7 Mudança entre os Modos de Operação ... 39
6.5 LIMITADORES ... 41
6.5.1 Limitador de Subfrequência (LUF) ... 41
6.5.2 Limitador de Sobrecorrente de Excitação (LEOC) ... 43
6.5.3 Limitador de Subcorrente de Excitação (LEUC) ... 44
6.5.4 Limitador de Sobrecorrente do Estator (LTOC) ... 44
6.6 PROTEÇÕES ... 45
6.6.1 Proteção de Perda de Realimentação (PFL) ... 45
6.6.2 Proteção de Sobretensão de Excitação (PEOV) ... 46
6.6.3 Proteção de Falha nos Diodos Girantes (PED) ... 46
6.6.4 Proteção de Perda de Excitação (PEL) ... 46
6.6.5 Proteção de Sobretensão no Estator (PTOV) ... 46
6.6.6 Proteção de Subtensão no Estator (PTUV) ... 47
6.6.7 Proteção de Sobretemperatura no Módulo de Potência ... 47
6.6.8 Proteção de Perda de Fase da Potência ... 47
6.6.9 Proteção de Limites Máximo/Mínimo do PWM ... 47
6.7 PROTEÇÕES CRÍTICAS ... 47
6.7.1 Proteção de Subfrequência ... 47
6.7.2 Proteção de Sobrecorrente de Excitação (PEOC) ... 47
6.7.3 Proteção de Sobretensão no Barramento CC ... 47
6.7.4 Proteção de Falhas nos Gatilhos dos Interruptores de Potência ... 48
6.8 SAÍDAS DIGITAIS A RELÉS ... 48
6.8.1 Relé de Status ... 48
6.8.2 Relé de Falha Geral ... 48
6.8.3 Relés Configuráveis 0, 1, 2 e 3 ... 48
6.9 PARTIDA SUAVE (SOFTSTART) ... 48
6.10 FUNÇÕES ESPECIAIS ... 49
6.10.1 Autocalibração da Medição da Corrente de Excitação ... 49
6.10.2 Autocalibração das Entradas Analógicas ... 49

7 COMUNICAÇÃO MODBUS RTU ... 50

7.1 ESTRUTURA DAS MENSAGENS NO MODO RTU ... 50
7.2 FUNÇÕES MODBUS DISPONÍVEIS NO ECW500 ... 50
7.3 TRANSMISSÃO SERIAL ... 50
7.3.1 Tempo entre Mensagens ... 50
7.3.2 Interface Física ... 51

8 COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO ... 52

8.1 EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS ... 52
8.2 PREPARAÇÃO E ENERGIZAÇÃO DA ELETRÔNICA ... 52
8.3 DADOS DO SISTEMA ... 52
8.4 CONFIGURANDO O ECW500 ... 52
8.4.1 Parâmetros Nominais ... 52
8.4.2 Modos de Operação e Limitadores ... 53
8.4.3 Configuração das Entradas e Saídas ... 53
8.4.4 Configuração do Controle ... 54
8.4.5 Configuração das Proteções ... 55
8.5 TESTES NOS MODOS OFFLINE ... 55
8.5.1 Ligando e Desligando o Regulador com a Máquina Girando ... 55
8.5.2 Teste do Limitador de Corrente de Excitação ... 56
8.6 TESTES NOS MODOS ONLINE ... 57

9 MANUTENÇÃO ... 59

9.1 DIAGNÓSTICO DE FALHAS ... 59
9.2 SUPORTE TÉCNICO ... 59

9.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA 59
9.4 INSTRUÇÕES PARA LIMPEZA DO PRODUTO 60
9.5 SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS FREQUENTES 60
10 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 62
10.1 DADOS DA POTÊNCIA 62
10.2 DADOS DA ELETRÔNICA / GERAIS 62

1 REFERÊNCIA RÁPIDA DOS PARÂMETROS

Software: V1.1X
Responsável:
Data: / /

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
	COMANDOS		0		
0	Comando Liga Excitação	0 = Desligado, 1 = Ligado			
1	Comando Desliga Excitação	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
4	Comando Modo MTVC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
5	Comando Modo MECC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
6	Comando Habilita Online	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
7	Comando Desabilita Online	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
8	Comando Habilita Paralelo	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
9	Comando Desabilita Paralelo	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
11	Comando Reset	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
	STATUS				
10000	Status do ECW500	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10002	Em Rampa de Partida	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10004	Status do LUF	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10006	Status do LEOC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10008	Status do LEUC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10010	Status do LTOC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10012	Status DI Liga	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10014	Status DI Desliga	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10016	Status DI Incrementa	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10018	Status DI Decrementa	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10020	Status DI MTVC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10022	Status DI MECC	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10024	Status DI Habilita Online	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10026	Status DI Desabilita Online	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10028	Status DI Habilita Paralelo	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10030	Status DI Desabilita Paralelo	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
10034	Status DI Reset Alarmes	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
	COMUNICAÇÃO				
30002	Porta Serial Full Duplex	0 = Desabilitado, 1 = Habilitado	0		
30004	Porta Serial Comunicação Anybus	0 = Desabilitado, 1 = Habilitado	0		
30006	Baud Rate da Porta Serial	0 = 9600 bps	2		
		1 = 19200 bps			
		2 = 38400 bps			
		3 = 57600 bps			
		4 = 115200 bps			
30008	Paridade da Porta Serial	0 = Nenhum	0		
		1 = Ímpar			
		2 = Par			
30010	Stop bits da Porta Serial	1 a 2	1		
30012	ID do Modbus	1 a 254	1		
30014	Timeout do Modbus	100 a 9950 ms	500 ms		
	PARÂMETROS NOMINAIS				
30058	Tensão Nominal da Máquina	85 V a 30 kV	380 V		
30060	Corrente Terminal Nominal	10 A a 60 kA	22.7 A		
30062	Frequência Nominal	30 a 180 Hz	60 Hz		
30064	Tensão de Excitação Nominal	0 a 180 V	32.0 V		

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30066	Corrente Nominal de Excitação	0 a 20.00 A	1.00 A		
30068	Potência Nominal	0.85 kW a 1750 MW	22.8 kW		RO
	REALIMENTAÇÃO				
30070	Primário do TP	85 V a 30 kV	380 V		
30072	Secundário do TP	85 V a 125 V	115 V		
30074	Primário do TC	1 A a 30 kA	1 A		
30076	Secundário do TC	1 A ou 5A	5 A		
31018	Configuração Realimentação de Tensão	0 = Monofásico	1		
		1 = Trifásico			
	MODOS DE OPERAÇÃO				
30206	Seleção de Modo MTVC/MECC	0 = MECC	1		
		1 = MTVC			
30208	Seleção do Modo Online	0 = Desligado	0		
		1 = Modo MPFC			
		2 = Modo MRPC			
30210	Seleção de Modo Paralelo	0 = Desligado	1		
		1 = Droop			
31050	Tempo para Transição entre Modos	0 a 100 s	10 s		
	REFERÊNCIAS				
30212	Referência MTVC	0.5 x V_{nom} a 1.2 x V_{nom}	380 V		
30214	Referência MECC	0 a 1.2 x $Iexc_{nom}$	1.00 A		
30216	Percentual de Droop	-30.00 a 30.00 %	5.00 %		
30218	Referência MRPC	-1.2 x P_{nom} a 1.2 x P_{nom}	0 Var		
30220	Referência MPFC	-0.50 a 0.50	1.00		
30222	Mínima Referência MTVC	0.50 x V_{nom} a 1.00 x V_{nom}	0.70 x V_{nom}		
30224	Máxima Referência MTVC	1.00 x V_{nom} a 1.20 x V_{nom}	1.20 x V_{nom}		
30226	Mínima Referência MECC	0.00 x $Iexc_{nom}$ a 1.00 x $Iexc_{nom}$	0.00 x $Iexc_{nom}$		
30228	Máxima Referência MECC	0.00 x $Iexc_{nom}$ a 1.20 x $Iexc_{nom}$	1.20 x $Iexc_{nom}$		
30230	Mínima Referência MRPC	-1.20 x P_{nom} a 1.20 x P_{nom}	-1.00 x P_{nom}		
30232	Máxima Referência MRPC	-1.20 x P_{nom} a 1.20 x P_{nom}	1.00 x P_{nom}		
30234	Máxima Referência MPFC	1.00 a 0.50	1.00		
30236	Mínima Referência MPFC	-0.50 a 1.00	1.00		
30246	Habilita Seguidor no MECC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
31028	Habilita Inc/Dec da Referência por DI	0 = Desabilitado, 1 = Habilitado	1		
31030	Fonte da Referência	0 = Parâmetro	0		
		1 = Entrada Analógica			
	REGULADORES				
30016	Ganho Proporcional MTVC	0.0 a 9.999	0.150		
30018	Ganho Integral MTVC	0.0 a 9.999	0.250		
30020	Ganho Derivativo MTVC	0.0 a 9.999	0.020		
30022	Ganho Proporcional MECC	0.0 a 9.999	0.250		
30024	Ganho Integral MECC	0.0 a 9.999	0.500		
30028	Ganho Proporcional MRPC	0.0 a 9.999	0.100		
30030	Ganho Integral MRPC	0.0 a 9.999	0.200		
30034	Ganho Proporcional MPFC	0.0 a 9.999	0.010		
30036	Ganho Integral MPFC	0.0 a 9.999	0.020		
	LIMITADORES				
	Sobrecorrente de Excitação (LEOC)				
30124	LEOC Nível Alto	0 a 30.0 A	1.0 A		
30126	LEOC Tempo de Atuação	0 a 60 s	10 s		
30132	LEOC Nível Baixo	0.1 a 20.0 A	0.5 A		
30138	Habilita LEOC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30040	Ganho Proporcional LEOC	0.0 a 9.999	0.250		

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30042	Ganho Integral LEOC	0.0 a 9.999	0.500		
	Sobrecorrente Terminal (LTOC)				
30140	Habilita LTOC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30142	LTOC Nível Alto	1 A a 66 kA	200 A		
30144	LTOC Tempo de Atuação	0 a 60 s	15 s		
30146	LTOC Nível Baixo	1 A a 60 kA	100 A		
30046	Ganho Proporcional LTOC	0.0 a 9.999	0.150		
30048	Ganho Integral LTOC	0.0 a 9.999	0.250		
	Subcorrente de Excitação (LEUC)				
30148	LEUC Potência Ativa Ponto 1	0 a 2000 MW	0		
30150	LEUC Potência Ativa Ponto 2	0 a 2000 MW	0		
30152	LEUC Potência Ativa Ponto 3	0 a 2000 MW	0		
30154	LEUC Potência Ativa Ponto 4	0 a 2000 MW	0		
30156	LEUC Potência Ativa Ponto 5	0 a 2000 MW	0		
30158	LEUC Potência Reativa Ponto 1	- 2000 MVar a 0	0		
30160	LEUC Potência Reativa Ponto 2	- 2000 MVar a 0	0		
30162	LEUC Potência Reativa Ponto 3	- 2000 MVar a 0	0		
30164	LEUC Potência Reativa Ponto 4	- 2000 MVar a 0	0		
30166	LEUC Potência Reativa Ponto 5	- 2000 MVar a 0	0		
30168	Habilita LEUC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30170	Máximo Ajuste Reativo LEUC	- 2000 MVar a 0	0		
30172	Mínimo Ajuste Reativo LEUC	- 2000 MVar a 0	-4.5 MVar		
30174	Máximo Ajuste Ativo LEUC	0 a 2000 MW	4.5 MW		
30176	Mínimo Ajuste Ativo LEUC	0 a 2000 MW	0		
30052	Ganho Proporcional LEUC	0.0 a 9.999	0.100		
30054	Ganho Integral LEUC	0.0 a 9.999	0.200		
	Subfrequência (LUF)				
30118	Frequência do Joelho do U/F	15 a 150.0 Hz	57.0 Hz		
30120	Inclinação da Curva U/F	0 a 3.0 V/Hz	3.0 V/Hz		
30122	Modo U/F ou V/Hz	0 = UF, 1 = V/Hz	0		
	ENTRADA ANALÓGICA				
30110	Calibra Entrada Analógica de Tensão	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
30248	Ganho AI para MTVC	-1.00 a 1.00	1.00		
30250	Ganho AI para MECC	-1.00 a 1.00	1.00		
30252	Ganho AI para MRPC	-1.00 a 1.00	1.00		
30254	Ganho AI para MPFC	-1.00 a 1.00	1.00		
30256	Tipo da Entrada Analógica	0 = -10 ↔ 10 V	0		
		1 = 4 ↔ 20 mA			
31020	Função da Entrada Analógica	0 = Referência	0		
		1 = Realim. I_{exc}			
	ENTRADAS DIGITAIS				
30178	Tipo Entrada Digital Liga	0 = Botão Liberado	1		
		1 = Botão Pressionado			
		2 = Botão Mantido			
30180	Tipo Entrada Digital Desliga	0 = Botão Liberado	1		
		1 = Botão Pressionado			
		2 = Botão Mantido			
30182	Tipo Entrada Digital Incrementa	0 = Botão Liberado	1		
		1 = Botão Pressionado			
		2 = Botão Mantido			
30184	Tipo Entrada Digital Decrementa	0 = Botão Liberado	1		
		1 = Botão Pressionado			
		2 = Botão Mantido			

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30186	Tipo Entrada Digital Automático	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30188	Tipo Entrada Digital Manual	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30190	Tipo Entrada Digital Habilita Online	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30192	Tipo Entrada Digital Desabilita Online	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30194	Tipo Entrada Digital Habilita Paralelo	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30196	Tipo Entrada Digital Desabilita Paralelo	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30198	Tipo Entrada Digital Reset Alarmes	0 = Botão Liberado 1 = Botão Pressionado 2 = Botão Mantido	1		
30204	Multiplicador de Inc/Dec Ent. Digital	1 a 30	1		
	SAÍDAS DIGITAIS				
30298	Relé de Status NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30300	Relé de Falha NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30302	Relé RL0 NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30304	Relé RL1 NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30306	Relé RL2 NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30308	Relé RL3 NF	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30310	Tipo de anúncio RL0	0 = Temporizado 1 = Mantém 2 = Fechado	1		
30312	Tipo de anúncio RL1	0 = Temporizado 1 = Mantém 2 = Fechado	1		
30314	Tipo de anúncio RL2	0 = Temporizado 1 = Mantém 2 = Fechado	1		
30316	Tipo de anúncio RL3	0 = Temporizado 1 = Mantém 2 = Fechado	1		
30318	Tempo do RL0	0.1 a 5.0 s	0.2 s		
30320	Tempo do RL1	0.1 a 5.0 s	0.2 s		
30322	Tempo do RL2	0.1 a 5.0 s	0.2 s		
30324	Tempo do RL3	0.1 a 5.0 s	0.2 s		
30326	RL0 Sobretensão na Excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30328	RL1 Sobretensão na Excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30330	RL2 Sobretensão na Excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30332	RL3 Sobretensão na Excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30334	RL0 Sobretensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30336	RL1 Sobretensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30338	RL2 Sobretensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30340	RL3 Sobretensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30342	RL0 Subtensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30344	RL1 Subtensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30346	RL2 Subtensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30348	RL3 Subtensão na Máquina	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30350	RL0 Subfrequência	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30352	RL1 Subfrequência	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30354	RL2 Subfrequência	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30356	RL3 Subfrequência	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30358	RL0 Sobre-excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30360	RL1 Sobre-excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30362	RL2 Sobre-excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30364	RL3 Sobre-excitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30366	RL0 Subexcitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30368	RL1 Subexcitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30370	RL2 Subexcitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30372	RL3 Subexcitação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30374	RL0 para Modo MECC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30376	RL1 para Modo MECC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30378	RL2 para Modo MECC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30380	RL3 para Modo MECC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30382	RL0 Perda de Realimentação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30384	RL1 Perda de Realimentação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30386	RL2 Perda de Realimentação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30388	RL3 Perda de Realimentação	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30390	RL0 Falha no Diodo Girante	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30392	RL1 Falha no Diodo Girante	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30394	RL2 Falha no Diodo Girante	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30396	RL3 Falha no Diodo Girante	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30398	RL0 LEOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30400	RL1 LEOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30402	RL2 LEOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30404	RL3 LEOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30406	RL0 LTOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30408	RL1 LTOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30410	RL2 LTOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30412	RL3 LTOC Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30414	RL0 U/F Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30416	RL1 U/F Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30418	RL2 U/F Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30420	RL3 U/F Atuando	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
	PROTEÇÕES				
	Perda de Realimentação (PFL)				
30286	Habilita PFL	0 = Desabilitado, 1 = Habilitado	0		
30288	Perda de Realimentação -> MECC	0 = Desabilitado, 1 = Habilitado	0		
30290	PFL Atraso	0.0 a 30.0 s	0.2 s		
30292	PFL Nível Balanceado	0.0 a 100.0 %	15.0 %		
30294	PFL Nível com Desbalanço	0.0 a 100.0 %	15.0 %		
	Perda de Excitação (PEL)				
30296	Atraso PEL	1 a 100 s	5 s		
30436	Habilita PEL	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
	Sobretensão de Excitação (PEOV)				
30422	Habilita PEOV	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30424	Nível PEOV	1 a 325 Vcc	32 Vcc		

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30426	Atraso PEOV	0.2 a 30.0 s	0.2 s		
	Módulo de Potência				
30428	Temperatura Limite da Potência	0 a 130 °C	125 °C		
30430	Atraso Proteção Sobretemperatura	0.0 a 30.0 s	0.2 s		
30432	Desliga ECW500 por Temperatura	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	1		
30434	Habilita Falta de Fase na Potência	0 = Desligado, 1 = Ligado	1		
30438	Máxima Saída PWM	0.00 a 100.00 %	100.00 %		
30440	Mínima Saída PWM	-100.00 a 0.00 %	-100.00 %		
	Sobretensão Terminal (PTOV)				
30442	Habilita PTOV	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30444	Atraso PTOV	0.5 a 60.0 s	1.0 s		
30446	Nível PTOV	100 a 200 % (V_{nom})	130 %		
	Subtensão Terminal (PTUV)				
30448	Habilita PTUV	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30450	Atraso PTUV	0.5 a 60.0 s	20.0 s		
30452	Nível PTUV	40 a 100 % (V_{nom})	40 %		
	Sobrecorrente de Excitação (PEOC)				
30454	Habilita PEOC	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30456	Nível PEOC	0.1 a 30.0 A	30 A		
30458	Atraso PEOC	0.1 a 30.0 s	0.2 s		
	Diodos Girantes (PED)				
30460	Limite 1a Harmônica PED	0.1 a 100.0 %	60.0 %		
30462	Limite 2a Harmônica PED	0.1 a 100.0 %	60.0 %		
30464	Máxima Ondulação PED	0.1 a 100.0 %	60.0 %		
30466	Habilita PED	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
30468	Atraso PED	5 a 60 s	60 s		
30470	PED Desliga ECW500	0 = Falso, 1 = Verdadeiro	0		
	HMI				
30078	Senha	1 a 999	2		
30080	Nova Senha	0 a 999	2		
30082	Tempo com Mensagem na HMI	0 a 9000 ms	300 ms		
30084	Tempo sem Mensagem na HMI	0 a 9000 ms	2500 ms		
30086	Acelerador de Tecla Nível 1	0 a 300	2		
30088	Acelerador de Tecla Nível 2	0 a 3000	10		
30090	Acelerador de Tecla Nível 3	0 a 3000	20		
30092	Contraste do LCD	0 a 31	31		
30094	Calendário - Mês	1 a 12	1		
30096	Calendário - Dia	1 a 31	1		
30098	Calendário - Ano	2000 a 2200	2010		
30100	Calendário - Dia da Semana	0 = Domingo	0		
		1 = Segunda			
		2 = Terça			
		3 = Quarta			
		4 = Quinta			
		5 = Sexta			
		6 = Sábado			
30102	Horário - Horas	0 a 23	0		
30104	Horário - Minutos	0 a 59	0		
30106	Horário - Segundos	0 a 59	0		
30114	Idioma da HMI	0 = Inglês	0		
		1 = Português			
		2 = ND			
		3 = ND			

Ender. Modbus	Descrição	Faixa de Valores	Ajuste de Fábrica	Ajuste Usuário	Propr.
30116	Habilita Botões Liga/Desliga HMI	0 = Desligado, 1 = Ligado	1		
	RAMPA DE PARTIDA / CALIBRAÇÃO				
30108	Calibra Corrente de Excitação	0 = Desligado, 1 = Ligado	0		
30282	Nível de Partida Suave	0 a 90 %	5%		
30284	Tempo para Partida Suave	1 a 7200 s	5 s		
	MONITORAÇÃO				
40000	Tensão Terminal AB	0 a 40 kV			RO
40002	Tensão Terminal BC	0 a 40 kV			RO
40004	Tensão Terminal CA	0 a 40 kV			RO
40006	Tensão Média Terminal	0 a 40 kV			RO
40008	Corrente Terminal	0 a 65 kA			RO
40010	Frequência	0 a 200 Hz			RO
40012	Fator de Potência	-1.000 a 1.000			RO
40014	Potência Ativa por Fase	0 a 2100 MW			RO
40016	Potência Reativa por Fase	-2100 MVar a 2100 MVar			RO
40018	Potência Aparente por Fase	0 a 2100 MVA			RO
40020	Potência Ativa Trifásica	0 a 2100 MW			RO
40022	Potência Reativa Trifásica	-2100 MVar a 2100 MVar			RO
40024	Potência Aparente Trifásica	0 a 2100 MVA			RO
40026	Medida Entrada Analógica 4 a 20 mA	0 a 25 mA			RO
40028	Medida Entrada Analógica 10 Vcc	0 a 12 Vcc			RO
40030	Corrente de Excitação	0 a 35 A			RO
40034	Modo de Operação	0 = MECC			RO
		1 = MTVC			
		2 = DROOP			
		3 = MRPC			
		4 = MPFC			
40038	Tensão AC da Potência	0 a 275 Vac			RO
40040	Tensão BC da Potência	0 a 275 Vac			RO
40042	Tensão AB da Potência	0 a 275 Vac			RO
40044	Tensão do Link CC da Potência	0 a 450 Vcc			RO
40046	Tensão de Excitação	-300 a 300 Vcc			RO
40048	Temperatura da Potência	0 a 200 °C			RO
40052	Referência Entrada Analógica	0 a 100 % (Ref.)			RO
40054	Referência Entrada Digital	-100 a 100 % (Ref.)			RO
40060	Referência Rampa de Partida	0 a 100 % (Ref. MECC/MTVC)			RO
40064	Máxima Corrente de Excitação	0 a 30 A			RO
40066	Mínima Corrente de Excitação	0 a 30 A			RO
40068	Parcela da Referência do U/F	-100 a 0 % (Ref. MTVC)			RO
40070	Uso da CPU do ECW500	0 a 100 %			RO
40072	Tamanho do Stack da CPU	0 a 16383 bytes			RO
40074	Uso do Stack da CPU	0 a 16383 bytes			RO
40076	Frequência da I_{exc} Fundamental	0 a 500 Hz			RO
40078	Frequência da I_{exc} 1ª Harmônica	0 a 500 Hz			RO
40080	Frequência da I_{exc} 2ª Harmônica	0 a 500 Hz			RO
40084	Amplitude da I_{exc} Fundamental	0 a 35 A			RO
40086	Amplitude da I_{exc} 1ª Harmônica	0 a 500 % (f_n)			RO
40088	Amplitude da I_{exc} 2ª Harmônica	0 a 500 % (f_n)			RO
40092	Ondulação da I_{exc}	0 a 500 %			RO

Nota:

RO = Parâmetro somente leitura

2 ERROS, AVISOS E EVENTOS

2.1 ERROS

Para evitar situações perigosas e danos à maquina síncrona, ao regulador ou outros materiais, as proteções do ECW500 poderão atuar para que determinados limites físicos não sejam excedidos.

Nesse sentido, um erro é uma condição que requer uma imediata parada do regulador, a fim de prevenir possíveis prejuízos. Quando um erro ocorre, o ECW500 é desabilitado automaticamente e não pode ser reiniciado até que a causa do erro seja removida.

A atuação dos erros se dá da seguinte forma:

- o regulador é desabilitado, removendo-se os sinais de disparo do módulo de potência;
- a HMI sinaliza que há um erro presente, e o código do mesmo é registrado na lista de eventos;
- o relé de Falha (bornes 33 e 34) é acionado.

Para voltar a habilitar o ECW500 e poder operá-lo normalmente é preciso resetá-lo, o que pode ser feito das seguintes formas:

- desligando a alimentação da eletrônica (bornes 37,38 ou 39,40) e ligando-a novamente (power-on reset);
- pressionando a tecla “RST” da HMI;
- enviando o comando de reset pela comunicação Modbus (endereço 11);
- via entrada digital de reset (bornes 64 e 65).

Tabela 2.1 *– Lista de Erros*

ER000	Medições muito baixas
ER001	Perda na realimentação
ER002	Sobretensão no barramento CC da potência
ER003	Falha nos diodos girantes
ER004	Falha na chave S1 da potência
ER005	Falha na chave S2 da potência
ER006	Não foi possível resetar o driver da potência
ER007	Subfrequência
ER008	Problemas na configuração da curva PxQ

2.2 AVISOS

Já os avisos são mensagens que indicam uma condição ocorrida e que pode levar a uma situação perigosa. Não provocam a parada do regulador, mas necessitam de uma correção na operação.

Tabela 2.2 *– Lista de avisos (Warnings)*

WR000	Entrada digital não recebeu comando complementar
WR001	Erro na configuração das entradas digitais
WR002	Erro no comando das entradas digitais paralelo ou online
WR003	Recebido comando de paralelo com o ECW500 desligado
WR004	Nenhum modo online configurado, porém comando online recebido
WR005	Erro na entrada digital de incrementa ou decrementa
WR006	Calibração executada com o ECW500 ligado
WR007	Falha na calibração automática
WR008	Excitação desconectada
WR009	Problemas na comunicação com a potência
WR010	Falta de fase nos terminais de potência
WR011	Sobreaquecimento interno
WR012	Sobretensão terminal
WR013	Subtensão terminal
WR014	Sobretensão de excitação
WR015	Sobrecorrente de excitação
WR016	Problemas na inicialização dos parâmetros na EEPROM
WR017	Comando de reset dos parâmetros na EEPROM recebido
WR018	Comando de reset de parâmetros com o ECW500 habilitado
WR019	Falta reset de alarme para executar o comando
WR020	Cabo da entrada analógica 4 a 20 mA rompido

2.3 EVENTOS

Os eventos, por sua vez, são acontecimentos normais e não prejudiciais ao funcionamento do sistema, como transição de modos, comandos recebidos e outros.

Os eventos não são sinalizados na HMI, sendo apenas registrados na lista de eventos.

Tabela 2.3 *– Lista de eventos*

EV000	Excitação do ECW desligada
EV001	Excitação do ECW ligada
EV002	Calibração da entrada analógica de +/-10 Vcc executada
EV003	Comando reset de alarme recebido
EV004	Alternado para o modo MECC
EV005	Limitador LEOC atuando
EV006	Limitador LEOC parou de atuar
EV007	Limitador LUF atuando
EV008	Limitador LUF parou de atuar
EV009	Recebido comando de reset dos parâmetros para valores de fábrica
EV010	Calibração da medição da corrente de excitação executada
EV011	Limitador LTOC atuando
EV012	Limitador LTOC parou de atuar
EV013	Alternado para o modo MTVC
EV014	Limitador LEUC atuando
EV015	Limitador LEUC parou de atuar
EV016	Alternado para modo online
EV017	Alternado para modo paralelo

NOTA!
Quando um registro do tipo aviso ou erro for efetuado, a HMI mostrará periodicamente a mensagem “Existem alguns avisos ou erros”, até que um reset de alarmes seja executado.

É possível configurar o tempo que essa mensagem aparece e o tempo que ela fica escondida na tela de Configuração da HMI.

3 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA

Este manual contém informações necessárias para o uso correto do regulador de tensão ECW500.

Ele foi desenvolvido para ser utilizado por pessoas com treinamento ou qualificação técnica adequados para operar este tipo de equipamento.

3.1 AVISOS DE SEGURANÇA DO MANUAL

São utilizados os seguintes símbolos de segurança:

PERIGO!
A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso podem levar à morte, ferimentos graves e danos materiais consideráveis.

ATENÇÃO!
A não consideração dos procedimentos recomendados neste aviso pode levar a danos materiais.

NOTA!
O texto visa fornecer informações importantes para o correto entendimento e bom funcionamento do produto.

3.2 AVISOS DE SEGURANÇA NO PRODUTO

Os seguintes símbolos estão afixados ao produto como aviso de segurança:

Tensões elevadas presentes.

Componentes sensíveis a descargas eletrostáticas.
Não tocá-los.

Conexão obrigatória ao aterramento (condutor PE).

3.3 RECOMENDAÇÕES PRELIMINARES

PERIGO!
Somente pessoas com qualificação adequada e familiaridade com o ECW500 e equipamentos associados devem planejar ou executar a instalação, operação e manutenção deste equipamento. Estas pessoas devem seguir todas as instruções de segurança contidas neste manual e/ou definidas por normas locais.
Não seguir as instruções de segurança pode resultar em risco de morte e/ou danos ao equipamento.

NOTA!
Para os propósitos deste manual, pessoas qualificadas são aquelas treinadas de forma a estarem aptas para:
1. Instalar, aterrar, energizar e operar o ECW500 de acordo com este manual e os procedimentos legais de segurança vigentes.
2. Utilizar os equipamentos de proteção de acordo com as normas estabelecidas.
3. Prestar serviços de primeiros socorros.

PERIGO!
Sempre desconecte a alimentação geral antes de tocar em qualquer componente elétrico do ECW500.
Muitos componentes podem permanecer carregados com altas tensões, mesmo depois que a entrada de alimentação CA/CC for desconectada ou desligada.
Aguarde pelo menos 20 minutos para garantir a total descarga dos capacitores.
Sempre conecte a carcaça do equipamento ao aterramento da instalação (PE) no ponto adequado para este fim.

ATENÇÃO!
Os cartões eletrônicos possuem componentes sensíveis a descargas eletrostáticas. Não toque diretamente sobre componentes ou conectores. Caso necessário, toque antes na carcaça metálica aterrada ou utilize pulseira de aterramento adequada.

NOTA!
Siga as recomendações de instalação descritas no capítulo 5.

NOTA!
O capítulo 8 apresenta o procedimento sugerido para colocar o ECW500 em operação.

NOTA!
Leia completamente este manual antes de instalar ou operar o ECW500.

4 SOBRE O ECW500

4.1 INFORMAÇÕES DO MANUAL

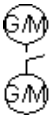
Este manual contém as informações de operação, configuração e comissionamento do produto ECW500, aplicável tanto à máquina síncrona operando como motor quanto como gerador. Serão apresentadas as principais características elétricas, funções e a aplicação padrão do ECW500.

Devido à grande gama de funções deste produto, é possível aplicá-lo de formas diferentes às apresentadas aqui. Não é a intenção deste manual esgotar todas as possibilidades de aplicação do ECW500, nem o fabricante pode assumir qualquer responsabilidade pelo uso do regulador não baseado neste manual.

Este manual também está disponível em formato eletrônico do CD-ROM que acompanha o produto e no site da WEG – www.weg.net.

4.1.1 Símbolos e Definições Utilizados

Esta seção apresenta a definição dos termos e da simbologia utilizada neste manual para identificar funcionalidades do ECW500.

	Entrada Digital Liga
	Entrada Digital Desliga
	Entrada Digital Habilita Operação Paralela
	Entrada Digital Desabilita Operação Paralela
	Entrada Digital Habilita Operação Online
	Entrada Digital Desabilita Operação Online
INC	Entrada Digital Incrementa Referência Ativa
DEC	Entrada Digital Decrementa Referência Ativa
RST	Entrada Digital Reset Alarmes
G/M	Gerador/Motor
NC	Não conectado

Retificador: Circuito de entrada dos inversores que transforma a tensão alternada (CA) de entrada em tensão contínua (CC). Formado por diodos de potência.

Barramento CC (Link CC): Circuito intermediário do ECW500 que armazena a tensão contínua obtida pela retificação da tensão alternada de alimentação. É responsável pela alimentação dos interruptores IGBTs utilizados para controle da excitação da máquina síncrona.

IGBT: Do inglês "Insulated Gate Bipolar Transistor", é o componente básico da ponte inversora de saída. Funcionam como interruptores eletrônicos que são chaveados para gerar a tensão e corrente de saída do ECW500.

HMI ou IHM: Interface Homem-Máquina. Dispositivo que permite a configuração, visualização e alteração dos parâmetros do ECW500. Apresenta teclas para comando, teclas de navegação e display LCD gráfico.

USB: Do inglês "Universal Serial Bus", é o tipo de protocolo de comunicação serial concebido para funcionar de acordo com o conceito ”Plug and Play”.

PE: Terra de proteção; do inglês ”Protective Earth”.

PWM: Do inglês ”Pulse Width Modulation”, ou modulação por largura de pulso. Tensão pulsada que fornece a excitação para a máquina síncrona através dos terminais de saída (F+/F-).

Frequência de comutação: Frequência de comutação dos IGBTs, dada normalmente em kHz.

Dissipador: Peça de metal projetada para dissipar o calor gerado por semicondutores de potência.

MS: Máquina síncrona.

Amp, A: Ampères.

°C: Graus Celsius.

CA: Corrente Alternada.

CC: Corrente Contínua.

Hz: hertz.

min: minuto.

rms: Do inglês "root mean square", representa o valor eficaz de uma medida.

rpm: rotações por minuto; unidade de medida de rotação.

s: segundo.

V: volts.

Ω: ohms.

IT: Do inglês “Inverse Time”. Termo utilizado para indicar o tempo de atuação dos limitadores de corrente com base na característica de tempo inverso (Ixt). Quanto maior a corrente que ultrapassa o limite ajustado, menor será o tempo de atuação do limitador em questão.

Multiplicadores numéricos

- k (quilo): x1.000 ($x10^3$)
- M (mega): x1.000.000 ($x10^6$)
- G (giga): x1.000.000.000 ($x10^9$)
- m (mili): ÷1.000 ($x10^{-3}$)
- µ (micro): ÷1.000.000 ($x10^{-6}$)
- n (nano): ÷1.000.000.000 ($x10^{-9}$)

4.2 VERSÃO DE SOFTWARE

A versão de software usada no ECW500 define as funções e os parâmetros de programação, e pode sofrer evoluções durante o ciclo de vida do produto.

Este manual se refere à versão conforme indicado na contra capa. Por exemplo, a versão 1.0X significa de 1.00 a 1.09, onde o "X" são evoluções no software que não afetam o conteúdo deste manual.

A versão instalada no regulador pode ser verificada na HMI no caminho "Menu -> Medidas -> Informação Sis. Oper." ou pelo endereço Modbus 40112.

4.3 CARACTERÍSTICAS

O Regulador de Tensão ECW500 é um produto de alto desempenho e que se destina ao acionamento de máquinas síncronas com excitação *brushless*, para variação e controle da sua tensão terminal, corrente de excitação, potência reativa ou fator de potência.

Entre suas principais características podemos destacar:

- HMI com display LCD de 2,5" que permite a visualização de várias informações simultaneamente;
- Cinco modos de controle
  - MTVC – Modo de controle de tensão (Mode: Terminal Voltage Control)
  - MECC – Modo de controle de corrente (Mode: Excitation Current Control)
  - MTVC_DROOP – Modo de controle de tensão com droop de reativo
  - MPFC – Modo de controle do fator de potência (Mode: Power Factor Control)
  - MRPC – Modo de controle de potência reativa (Mode: Reactive Power Control)
- Rampa de inicialização para os modos MTVC e MECC
- Permite excitação positiva e negativa (função "*negative forcing*")
- Limitador LUF de U/F ou Volts/Hertz operando nos modos MTVC e MTVC_DROOP
- Outros três limitadores operando em todos os modos de controle (exceto no MECC)
  - LEOC – Limitador de sobrecorrente de excitação (Limiter: Excitation Over Current)
  - LEUC – Limitador de subcorrente de excitação por curva PxQ (Limiter: Excitation Under Current)
  - LTOC – Limitador de sobrecorrente terminal (Limiter: Terminal Over Current)
- Ajustes de estabilidade PID para os modos MTVC / MTVC_DROOP e PI para os outros modos
- Proteções que podem desligar o equipamento ou alternar para o modo MECC conforme configuração
  - Proteção de subfrequência
  - PFL – Proteção de perda de realimentação (Protection: Feedback Loss)
  - PED – Proteção dos diodos girantes (Protection: Excitation Diodes)
  - Power Module – Proteção de sobretemperatura no módulo de potência.
  - PEOC – Proteção de sobrecorrente de excitação (Protection: Excitation Over Current)
- Proteções que podem ser sinalizadas nas saídas digitais a relé:
  - PTOV – Proteção de sobretensão terminal (Protection: Terminal Over Voltage)
  - PTUV – Proteção de subtensão terminal (Protection: Terminal Under Voltage)
  - PEL – Proteção de perda de excitação (Protection: Excitation Loss)
  - PEOV – Proteção de sobretensão de excitação (Protection: Excitation Over Voltage)
- Registro de até 128 eventos, avisos e erros, incluindo data e hora da ocorrência
- Uma entrada analógica ±10 Vcc ou 4 a 20 mA para atuar na referência de todos os modos de operação, com ganho ajustável

O bloco-diagrama a seguir proporciona uma visão geral do conjunto do ECW500:

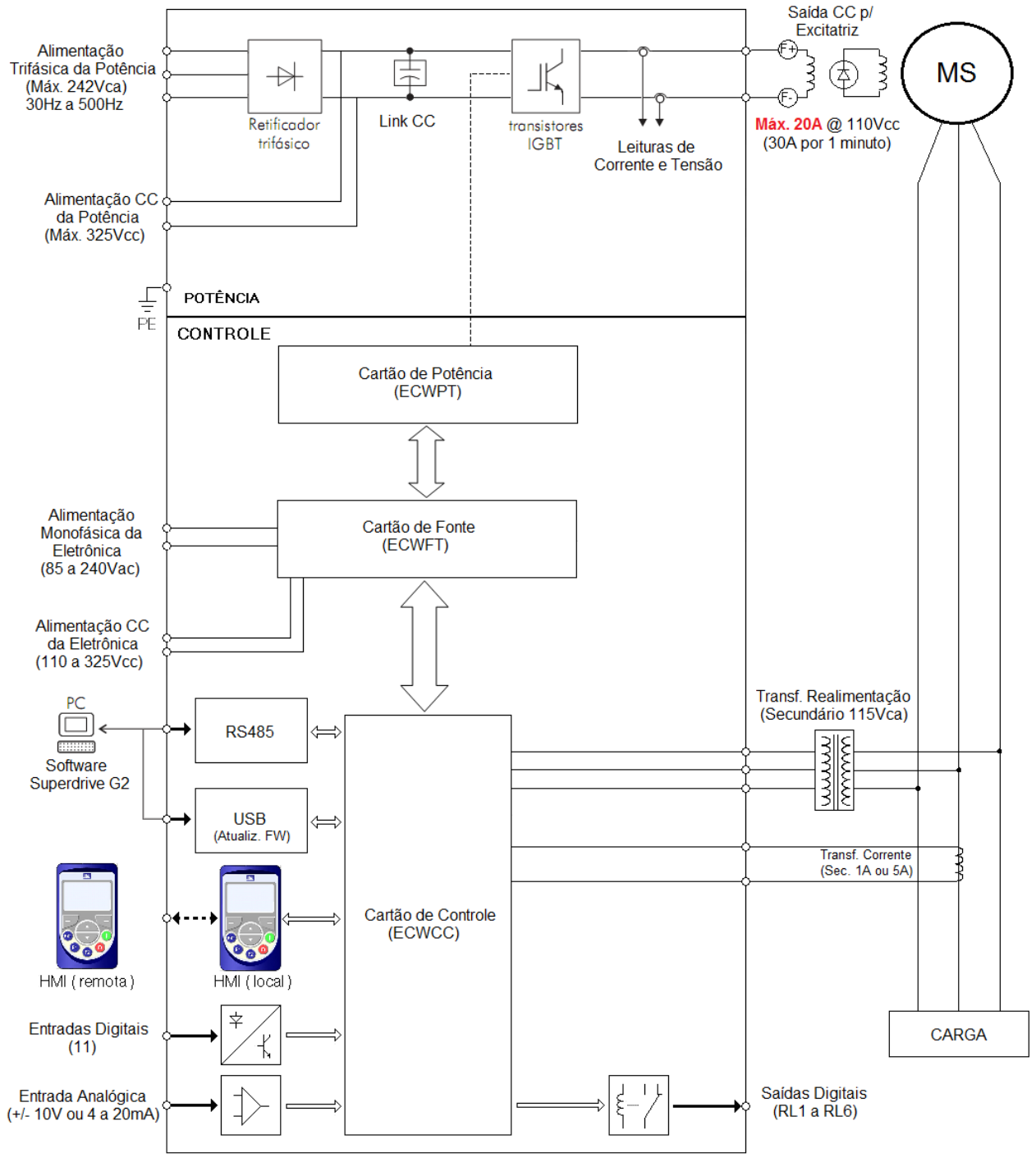


Figura 4.1 *– Bloco-diagrama simplificado do ECW500*

4.4 ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO

A etiqueta de identificação do produto, localizada na lateral do regulador, contém informações importantes sobre o modelo do mesmo, como as faixas de tensão e correntes permitidas para a operação.

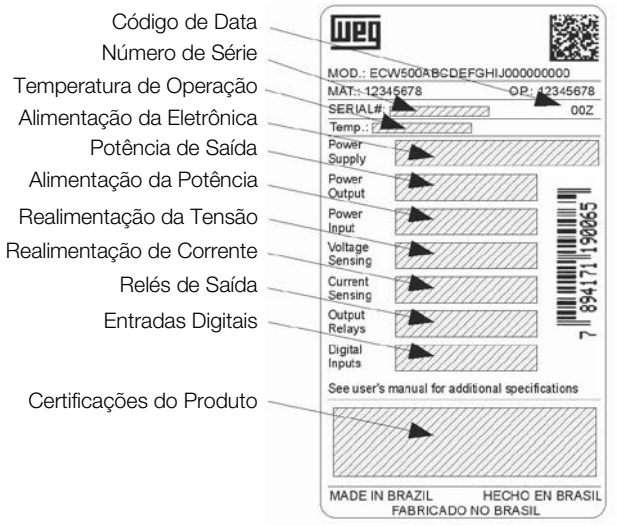


Figura 4.2 *– Etiqueta de identificação*

4.5 INTERFACE HOMEM MÁQUINA (HMI)

Através da HMI do produto é possível realizar o comando do regulador e a visualização e ajuste de todos os seus parâmetros. Possui forma de navegação intuitiva, com opção de acesso aos parâmetros através de menus.

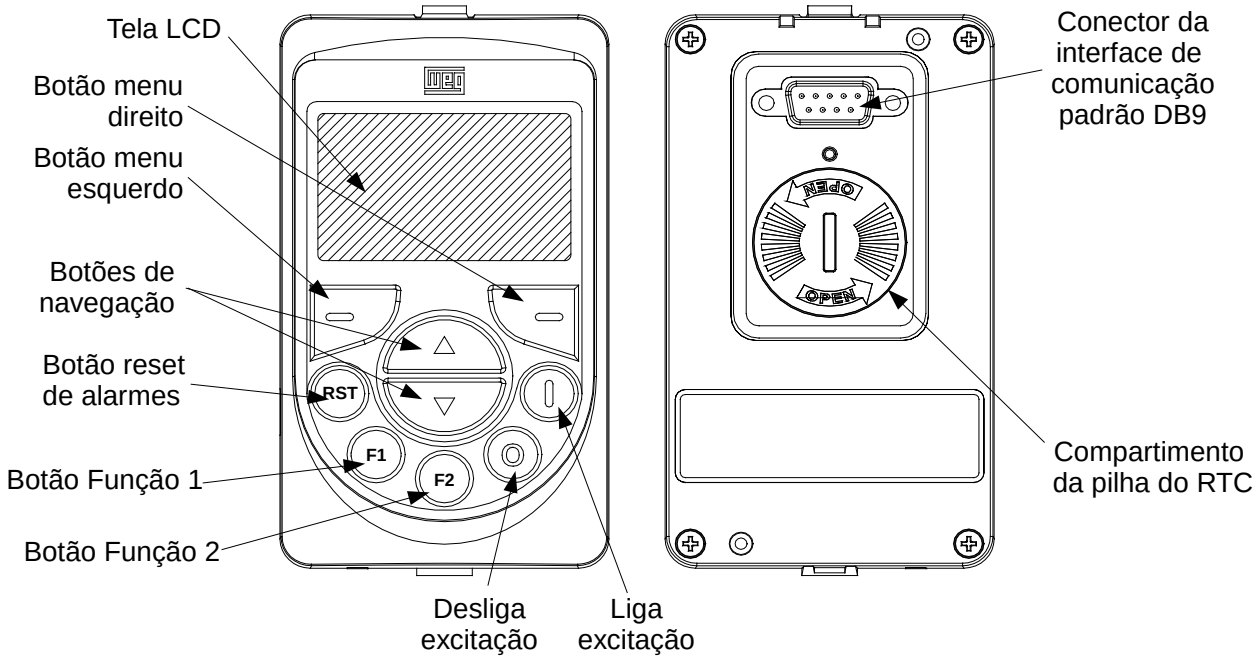


Figura 4.3 *– Descrição das funcionalidades dos botões da HMI*

4.5.1 Teclas

As teclas de navegação incluem os botões ▲ / ▼ e os botões de menu esquerdo e direito. Os botões ▲ e ▼ servem tanto para navegar nos menus quanto para incrementar e decrementar os valores das variáveis. As funções do menu esquerdo e direito variam conforme indicação feita no LCD.

As teclas de liga e desliga excitação podem ser configuradas para não operar, caso se deseje que esta operação seja feita somente por controles externos.

Já a tecla de reset de erros e avisos (RST) está sempre disponível.

4.5.2 Instalação

A HMI pode ser instalada ou retirada com o regulador energizado ou desenergizado.

Ela também pode ser utilizada para comando remoto do produto, através de cabo específico.
Para esse modo de conexão deve-se utilizar:

- cabo com conectores D-Sub9 (DB9) macho e fêmea com conexão pino a pino (tipo extensor de mouse ou Null-Modem, padrão de mercado);
- comprimento máximo de 10 metros.

4.5.3 Bateria

Para manter a operação do relógio interno enquanto o regulador estiver desenergizado, a HMI do ECW500 é equipada com uma bateria.
Se a bateria estiver descarregada ou caso não esteja instalada na HMI, a hora do relógio será inválida.

Nesse caso substitua a bateria por uma nova de mesmo modelo (CR2032), conforme procedimento apresentado na Figura 4.4.

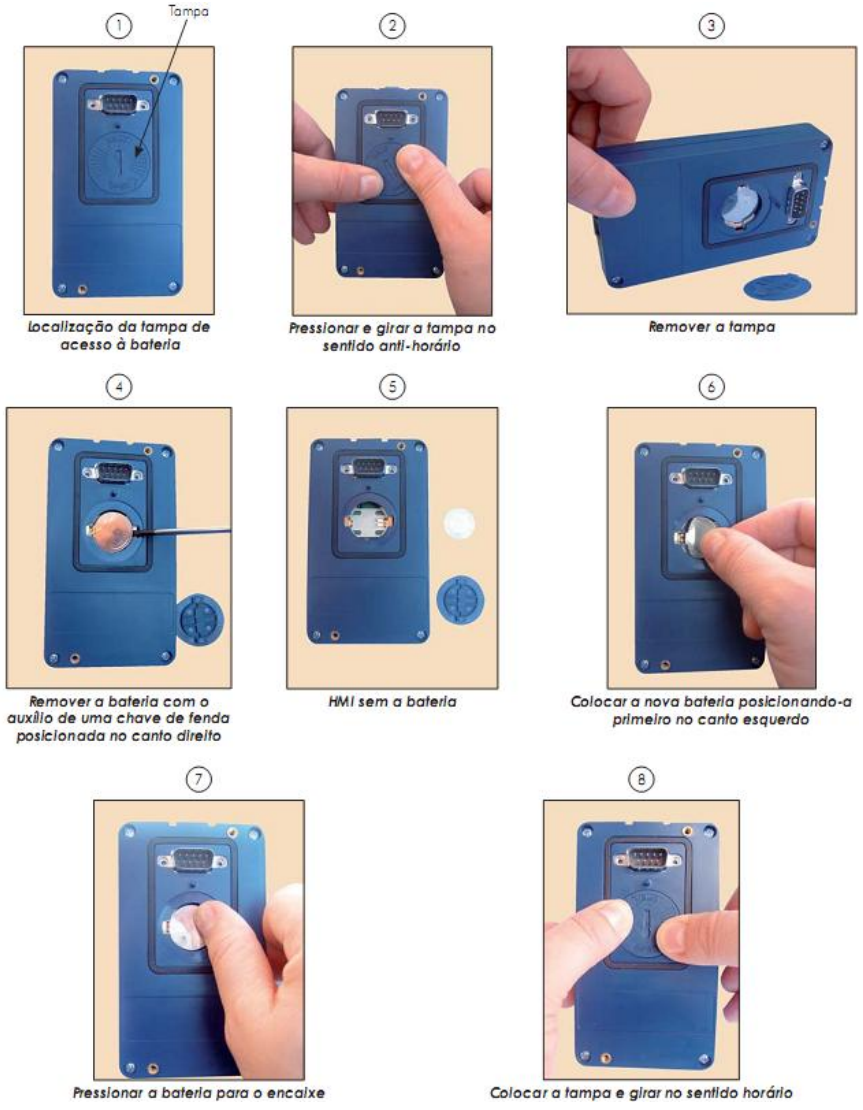

1
Tampa
Localização da tampa de acesso à bateria
2
Pressionar e girar a tampa no sentido anti-horário
3
Remover a tampa
4
Remover a bateria com o auxílio de uma chave de fenda posicionada no canto direito
5
HMI sem a bateria
6
Colocar a nova bateria posicionando-a primeiro no canto esquerdo
7
Pressionar a bateria para o encaixe
8
Colocar a tampa e girar no sentido horário

Figura 4.4 *– Substituição da bateria da HMI*

OBSERVAÇÃO!
A expectativa de vida da bateria é de aproximadamente 10 anos. Ao final da vida útil, não deposite a mesma em lixo comum e sim em local próprio para descarte de baterias.

5 INSTALAÇÃO E CONEXÃO

5.1 RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO

Na parte externa da embalagem do ECW500 existe uma etiqueta de identificação similar à que está afixada na lateral do produto.

Verifique se a etiqueta de identificação do ECW500 corresponde ao modelo comprado ou se ocorreram danos durante o transporte.
Caso seja detectado algum problema, contate imediatamente a transportadora.

Se o ECW500 não for logo instalado, armazene-o em um lugar limpo e seco (temperatura entre -40°C e 85°C) e com uma cobertura para evitar a entrada de poeira no interior do produto.

5.2 INSTALAÇÃO MECÂNICA

5.2.1 Condições Ambientais

A localização do ECW500 é fator determinante para a obtenção de um funcionamento correto e uma vida útil normal dos seus componentes.
Assim, recomenda-se evitar a instalação do mesmo sob as seguintes condições:

- exposição direta a raios solares, chuva, umidade excessiva ou maresia;
- gases ou líquidos explosivos ou corrosivos;
- vibração excessiva;
- poeira, partículas metálicas ou óleos suspensos no ar.

Condições ambientais de operação permitidas:

- *Temperatura*:
  - -40°C a 50°C – condições nominais;
  - 50°C a 60°C – redução da corrente em 2% para cada grau Celsius acima de 50°C;
- *Umidade relativa do ar*: 10% a 90% sem condensação;
- *Altitude*:
  - 0 a 1000m – condições nominais;
  - 1000m a 4000m – redução da corrente em 1% para cada 100m acima de 1000m;
- *Grau de poluição*: 2 (conforme EN50178 e UL508C), com poluição não condutiva. A condensação não deve causar condução nos resíduos acumulados.

5.2.2 Posicionamento e Fixação

O ECW500 deve ser montado ao fundo de painéis elétricos, podendo ser posicionado tanto na horizontal quanto na vertical.

Além disso, recomendamos seguir as seguintes orientações:

- deixar no mínimo uma distância de 60 mm em todos os lados do regulador em relação às paredes do painel;
- não colocar componentes sensíveis ao calor logo acima do regulador;
- se montar um regulador ao lado de outro, usar uma distância mínima de 120 mm;
- se montar um regulador acima de outro, usar uma distância mínima de 120 mm e desviar do regulador superior o ar quente proveniente do regulador inferior;
- fazer a furação de fixação de acordo com a Figura 5.1;
- prever eletrodutos ou calhas independentes para a separação física dos condutores de sinal, controle e potência (veja a seção 5.3 – Instalação Elétrica), separando também os cabos da máquina dos demais cabos.

NOTA!
Os painéis ou caixas metálicas devem ter uma exaustão adequada para que a temperatura fique dentro da faixa permitida.

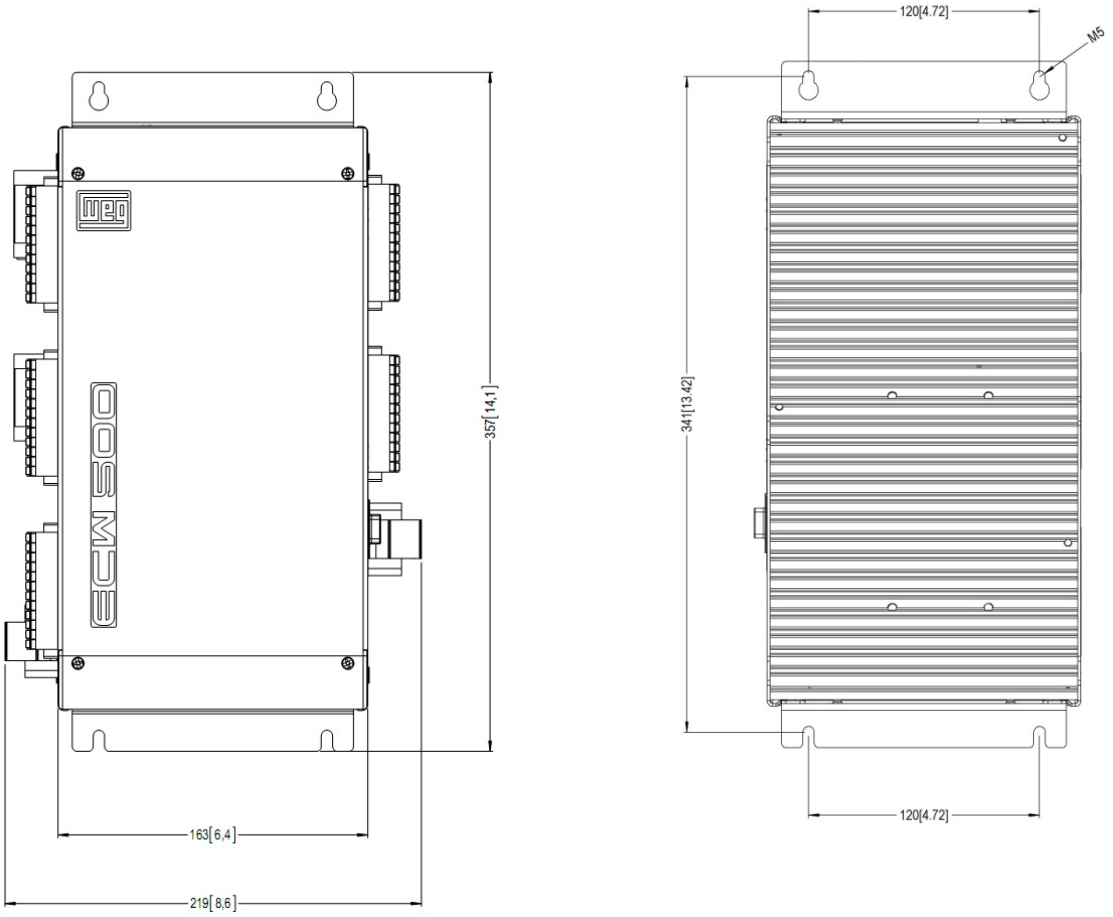


Figura 5.1 *– Vistas frontal e traseira com as respectivas dimensões*

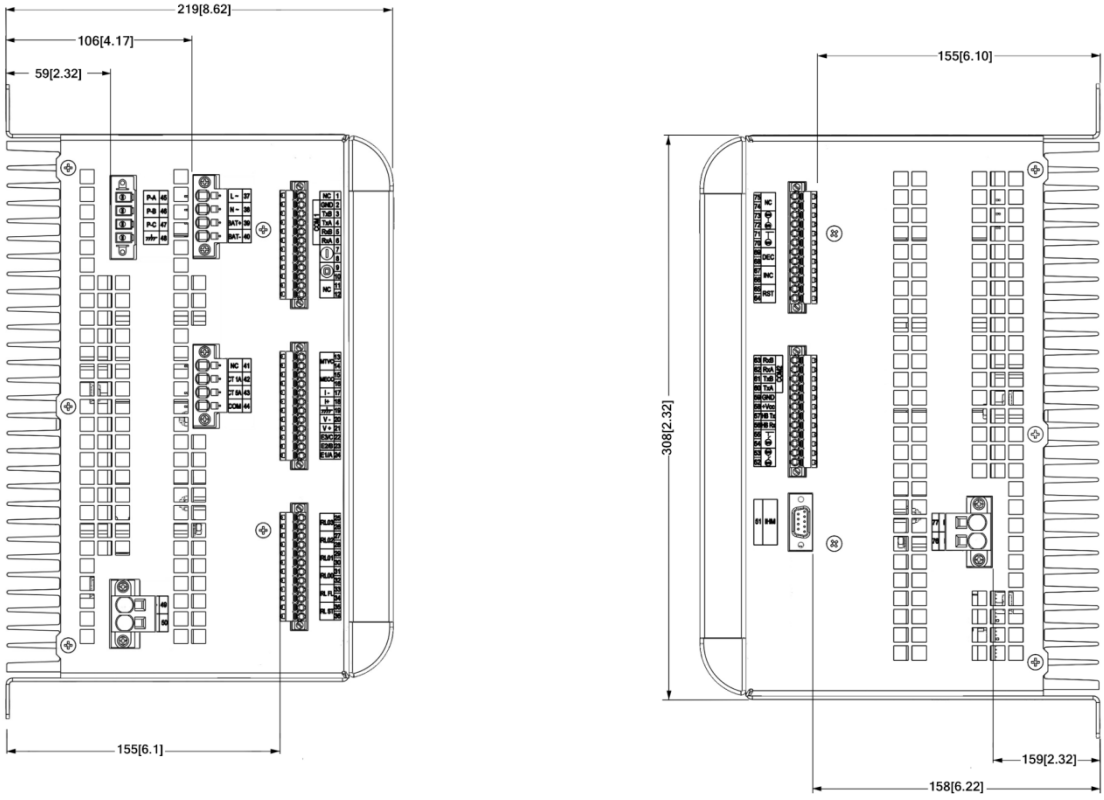


Figura 5.2 *– Vistas laterais esquerda e direita do ECW500*

5.3 INSTALAÇÃO ELÉTRICA

PERIGO!
Deve-se prever um dispositivo para seccionar a alimentação do regulador e certificar-se de que o mesmo esteja aberto antes de iniciar as ligações.

PERIGO!
O ECW500 não pode ser utilizado como mecanismo de proteção ou parada de emergência.

ATENÇÃO!
As informações a seguir tem a intenção de servir como guia para se obter uma instalação correta. Siga também as normas de instalações elétricas aplicáveis à sua localidade.

ATENÇÃO!
Para informações técnicas do ECW500, consulte o capítulo 10.

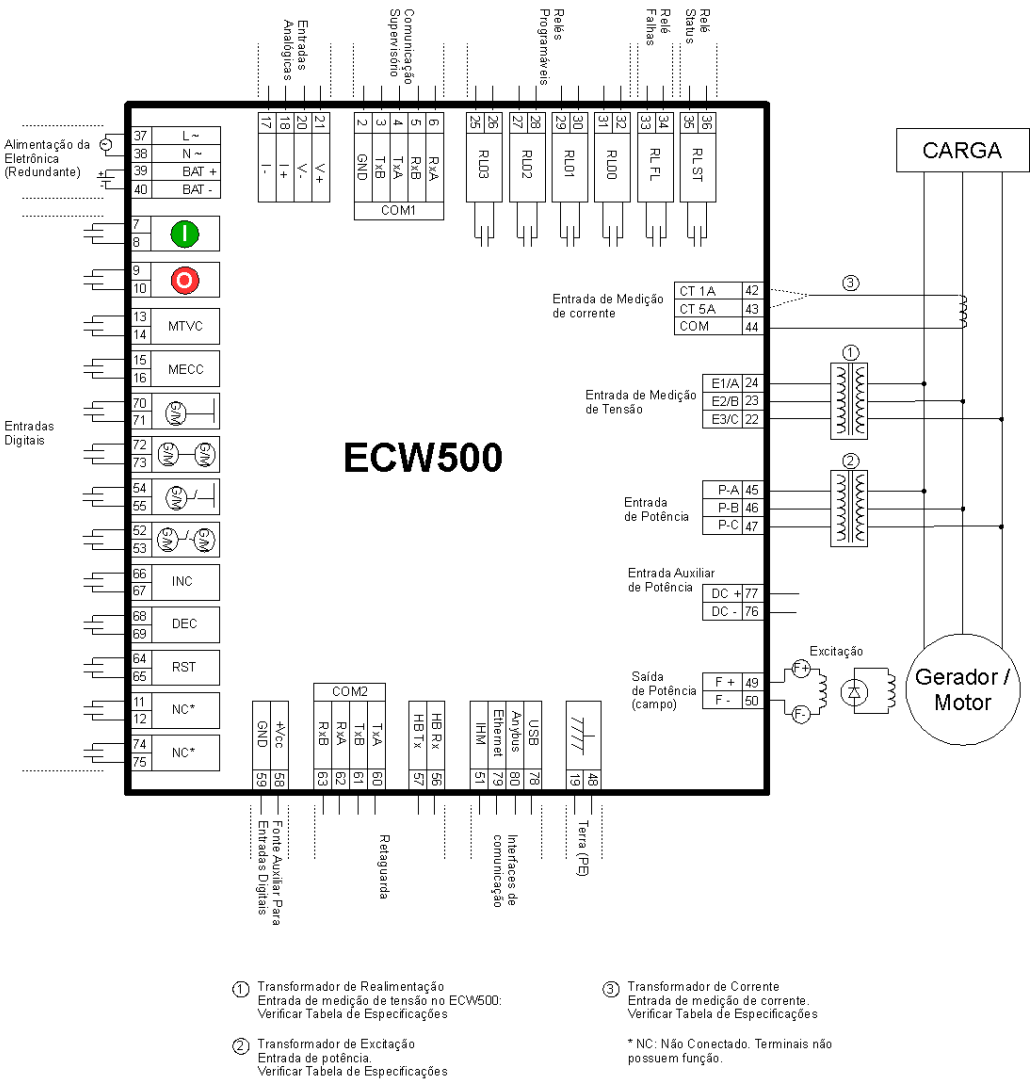


Figura 5.3 *– Conexões típicas do ECW500*

5.3.1 Fiação de Potência e Aterramento

A utilização de fiação com bitolas adequadas à corrente do regulador é fundamental para evitar danos à instalação e ao equipamento.

Assim, a Tabela 5.1 a seguir apresenta os valores mínimos recomendados de cabos para a conexão do circuito de potência e também para o condutor de proteção (PE), baseados na norma NBR 5410.

ATENÇÃO!
Quando forem utilizados cabos flexíveis para as conexões de potência e aterramento é necessário usar terminais adequados.

ATENÇÃO!
Equipamentos sensíveis como PLCs, controladores de temperatura e cabos de termopar devem ficar a uma distância de no mínimo 25 cm do ECW500 e dos cabos entre o regulador e a máquina síncrona.

Tabela 5.1 *– Fiação Recomendada para Conexão da Potência e Aterramento, conforme NBR 5410*

Cabos de Entrada (P-A / P-B / P-C)	Cabos de Saída (F+ / F-)	Fiação de Aterramento (PE)
4 mm²	4 mm²	4 mm²

NOTA!
Os valores da Tabela 5.1 são válidos somente nas seguintes condições:
- cabos de cobre com isolação de PVC 70°C;
- temperatura ambiente máxima de 50°C;
- instalação em canaletas perfuradas verticais ou horizontais;
- disposição dos cabos em camada única.

Para instalação em outras condições, consulte a NBR 5410.

NOTA!
A fiação de saída do regulador (F+/F-) deve ser instalada separada da fiação de entrada da potência (P-A/P-B/P-C), bem como da fiação de controle e sinal.

5.3.2 Fusíveis de Proteção

Para a proteção do produto contra curto-circuito, é obrigatória a utilização de fusíveis do tipo ultrarrápidos na entrada do regulador, dimensionados adequadamente à corrente e ao I^2t máximo dos semicondutores de potência.

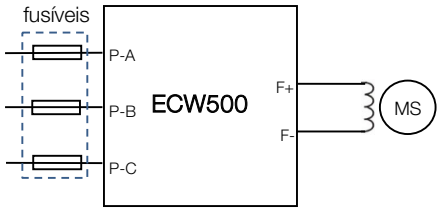


Figura 5.4 *– Configuração dos fusíveis para a proteção do circuito de entrada do ECW500*

Tabela 5.2 – Fusíveis Recomendados para a Proteção do Circuito de Entrada do ECW500 (lado CA)

Fusível			
Corrente Nominal [A]	I^2t Máximo [A^2s]	Modelo WEG	
		Referência	Código
20	1.200	FNH00-20K-A	10687494

ATENÇÃO!
Não devem ser utilizados fusíveis no circuito de saída do ECW500 (F+ / F-).

5.3.3 Conexão do Aterramento

O ECW500 deve ser obrigatoriamente ligado a um terra de proteção (PE).
Para isso, observe o seguinte:

- utilize fiação de aterramento com bitola no mínimo igual à indicada na Tabela 5.1. Caso existam normas locais que exijam bitolas diferentes, estas devem ser seguidas;
- conecte o ponto de aterramento do regulador a uma haste de aterramento específica, ou ao ponto de aterramento exclusivo ou geral da instalação (resistência ≤ 10 ohms).

As redes de alimentação permitidas para a utilização com o ECW500 são as do tipo TT ou TN (IEC).
A conexão em redes do tipo IT também é possível, desde que esta esteja aterrada via uma impedância.

ATENÇÃO!
O condutor neutro da rede que alimenta o regulador deve estar solidamente aterrado, porém, o mesmo não deve ser utilizado para o aterramento do produto.

PERIGO!
Não compartilhe a fiação de aterramento com outros equipamentos que operem em altas correntes (ex.: motores de alta potência, máquinas de solda, etc). Quando vários reguladores forem utilizados, siga o procedimento apresentado na Figura 5.5 para a conexão do aterramento.

NOTA!
A carcaça da máquina síncrona acionada pelo ECW500 deve estar sempre aterrada. Deve-se fazer o aterramento da máquina no painel onde o regulador está instalado, ou ainda no próprio regulador.

NOTA!
Quando a interferência eletromagnética gerada pelo regulador for um problema para outros equipamentos, utilize fiação blindada ou fiação protegida por conduíte metálico para a conexão de saída do produto (F+/F-), conectando a blindagem em cada extremidade ao ponto de aterramento do regulador e à carcaça da máquina síncrona.

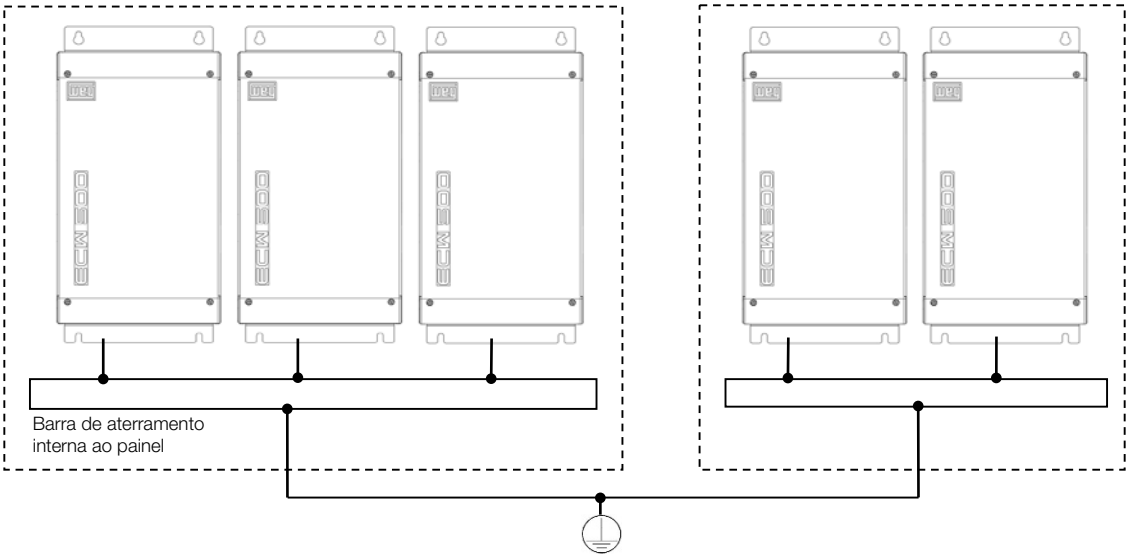


Figura 5.5 *– Conexão de aterramento para mais de um regulador*

5.3.4 Conexões de Controle

As conexões de controle do ECW500 (entrada analógica, entradas/saídas digitais) são feitas nos bornes 1 a 36 e 52 a 75, localizados na lateral do produto.

As funções e conexões típicas de controle são apresentadas na Figura 5.6 a seguir.

Borne		Função	Especificações
1	NC	Sem função	-
2	GND	Referência da porta RS485/422	Porta de comunicação serial RS 485 / 422 Full duplex / half duplex 9600 bps a 115200 bps, 8 bits Modbus RTU
3	TxB	Sinais de transmissão e recepção para comunicação full duplex	
4	TxA		
5	RxB	Sinais de transmissão e recepção para comunicação half duplex	
6	RxA		
7		Entrada digital Liga Excitação	Entradas digitais isoladas Nível alto: ≥ 8V Nível baixo: ≤ 3V Tensão de entrada máxima: 30V Corrente de entrada: 11mA @ 24Vcc
8			
9		Entrada digital Desliga Excitação	
10			
11	NC	Sem função	-
12			
13	MTVC	Entrada digital modo MVTC	Entradas digitais isoladas Nível alto: ≥ 8V Nível baixo: ≤ 3V Tensão de entrada máxima: 30V Corrente de entrada: 11mA @ 24Vcc
14			
15	MECC	Entrada digital modo MECC	
16			
17	I+	Entrada analógica em corrente	4 a 20 mA (R_{IN} = 249Ω) Resolução: 12 bits
18	I-		
19		Terra de proteção (PE)	Conectado diretamente à carcaça do produto
20	V-	Entrada analógica em tensão	Medição diferencial de 0 a ± 10V (R_{IN} = 200kΩ) Resolução: 11 bits + sinal
21	V+		
22	E3/C	Entrada medição de tensão fase C	Tensão nominal de leitura: 115 Vca Máxima tensão medida: 161 Vca
23	E2/B	Entrada medição de tensão fase B	
24	E1/A	Entrada medição de tensão fase A	
25	RL03	Saída digital 3 (RL03) – Programável	6 saídas a relé Tensão nominal dos contatos: 250Vca Tensão máxima de comutação: 400Vca Corrente nominal: 8 A Máxima capacidade de abertura: 35 Vcc – 8 A 48 Vcc – 1,2 A 125 Vcc – 0,3 A
26			
27	RL02	Saída digital 2 (RL02) – Programável	
28			
29	RL01	Saída digital 1 (RL01) – Programável	
30			
31	RL00	Saída digital 0 (RL00) – Programável	
32			
33	RL FL	Saída digital Falha Geral	
34			
35	RL ST	Saída digital Status ECW500	
36			
52		Entrada digital Desabilita Operação Paralela	Entradas digitais isoladas Nível alto: ≥ 8V Nível baixo: ≤ 3V Tensão de entrada máxima: 30V Corrente de entrada: 11mA @ 24Vcc
53			
54		Entrada digital Desabilita Operação Online	
55			
56	HB Rx	Sinais para função duplo canal (função não disponível nessa versão)	-
57	HB Tx		
58	+Vcc	Fonte 12Vcc	Fonte de alimentação de 12Vcc, ±10% Capacidade: 200mA
59	GND	Referência 0V para fonte de 12 Vcc	
60	TxA	Sinais da comunicação serial para função duplo canal (função não disponível nessa versão)	-
61	TxB		
62	RxA		
63	RxB		
64	RST	Entrada digital Reset	Entradas digitais isoladas Nível alto: ≥ 8V Nível baixo: ≤ 3V Tensão de entrada máxima: 30V Corrente de entrada: 11mA @ 24Vcc
65			
66	INC	Entrada digital Incrementa	
67			
68	DEC	Entrada digital Decrementa	
69			
70		Entrada digital Habilita Operação Online	
71			
72		Entrada digital Habilita Operação Paralela	
73			
74	NC	Sem função	-
75			

Figura 5.6 *– Conexões de controle do ECW500*

NOTA!
Como padrão, a entrada analógica sai de fábrica selecionada para a leitura dos bornes de tensão (V+/V-). Para alterar a leitura para os bornes de corrente (I+/I-), deve-se ajustar o parâmetro 30256 na opção “4 <-> 20mA”.

Para correta instalação da fiação de controle utilize:

- cabos de 0,5 mm² (20 AWG) a 1,5 mm² (14 AWG);
- torque máximo de 0,5 N.m (4,50 lbf.in);
- cabos blindados e separados das demais fiações (potência, comando em 110Vca / 220Vca, etc) conforme Tabela 5.3. Caso o cruzamento destes cabos seja inevitável, o mesmo deve ser feito de forma perpendicular entre eles, mantendo o afastamento mínimo de 5 cm neste ponto.

A conexão da blindagem dos cabos deve obedecer também à forma apresentada na Figura 5.7.

Tabela 5.3 *– Distâncias de separação entre fiação de controle e demais fiações*

Comprimento da Fiação	Distância Mínima de Separação
≤ 30 m	≥ 10 cm
> 30 m	≥ 25 cm

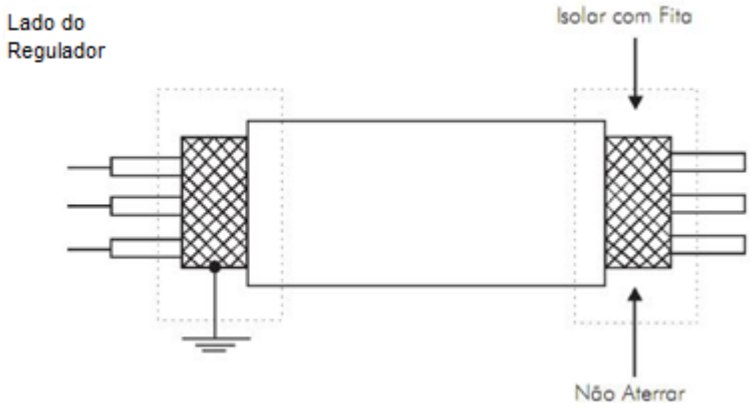


Figura 5.7 *– Forma adequada para a conexão da blindagem dos cabos de controle*

NOTA!
Relés, contatores, solenoides ou bobinas de freios eletromecânicos instalados próximos ao regulador podem eventualmente gerar interferências no circuito de controle. Para eliminar esse efeito, supressores RC devem ser conectados em paralelo com as bobinas desses dispositivos (no caso de alimentação CC, faça a ligação em paralelo com os diodos de roda-livre).

6 DESCRIÇÃO FUNCIONAL

6.1 ESTRUTURA DE PARÂMETROS NA HMI

A fim de facilitar as tarefas de programação e monitoração, os parâmetros do ECW500 estão organizados sob uma estrutura de grupos na HMI, divididos em até 4 níveis diferentes, conforme apresentado na Tabela 6.1.

***Tabela 6.1** – Estrutura de grupos de parâmetros do ECW500*

Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Medidas Principais	Principal	Medidas	Tela Geral	
			Tens./Corr. Máquina	
			Potência da Máquina	
			Excitação da Máquina	
			Entradas/Saídas Aux.	
			Variáveis Controle	
			Status Limitadores	
			Módulo Potência ECW	
			Informação Sis. Oper.	
			Estado Entr. Digitais	Estado Entr. Dig. p1
				Estado Entr. Dig. p2
		Config. do Controle	Modos de Operação	
			Config. Referências	Referências
				Referências Máx/Min
			Ganhos do Controle	Ganhos MTVC
				Ganhos MECC
				Ganhos MRPC
				Ganhos MPFC
			Config. Limitadores	LUF-Subfrequencia
				LEOC-Sobrecorr. Exc.
				LEUC-Subexcitação
				LEUC-Curva PxQ
				LTOC-Sobrecorr. Term.
			Config. Rampa	
		Config. Proteções	PFL-Perda de Realim.	
			PEOV-Sobretens. Exc.	
			PEOC-Sobrecorr. Exc.	
			PED-Diodos Girantes	
			PEL-Perda de Excit.	
			Módulo de Potência	
			PTOV-Sobretens. Term.	
			PTUV-Subtensão Term.	
		Parâmetros Nominais	Parâmetros Máquina	
			Transf. de Corrente	
			Transf. de Tensão	
		Configuração ECW	Config. Ent. Digitais	Tipo Transição 1-6
				Tipo Transição 7-13
				Outras Configurações
			Config. E/S Analog.	
			Config. Relés	Relé de Status
				Relé de Falhas Geral
				Relé 0 – pág 1 e 2
				Relé 1 – pág 1 e 2
				Relé 2 – pág 1 e 2
				Relé 3 – pág 1 e 2
			Autocalibração	
			Porta Serial Superv.	
			Config. Ethernet	
			Senha	
			Configuração IHM	
			Data e Hora	
		Tela de Comandos		
		Lista de Eventos		

A tela inicial da HMI do ECW500, apresentada logo após a inicialização, mostra as principais medidas da máquina síncrona, além do estado do regulador e o modo de operação atual.

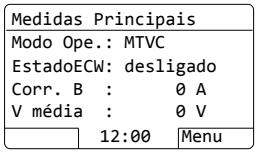


Figura 6.1 *– Tela inicial da HMI do ECW500*

A partir dessa tela, quando pressionada a tecla menu direita os primeiros 4 grupos do nível 1 são mostrados no display, sendo possível navegar pelos demais grupos com as teclas "▲" e "▼".

A árvore de navegação completa entre todas as telas está ilustrada na Figura 6.2.

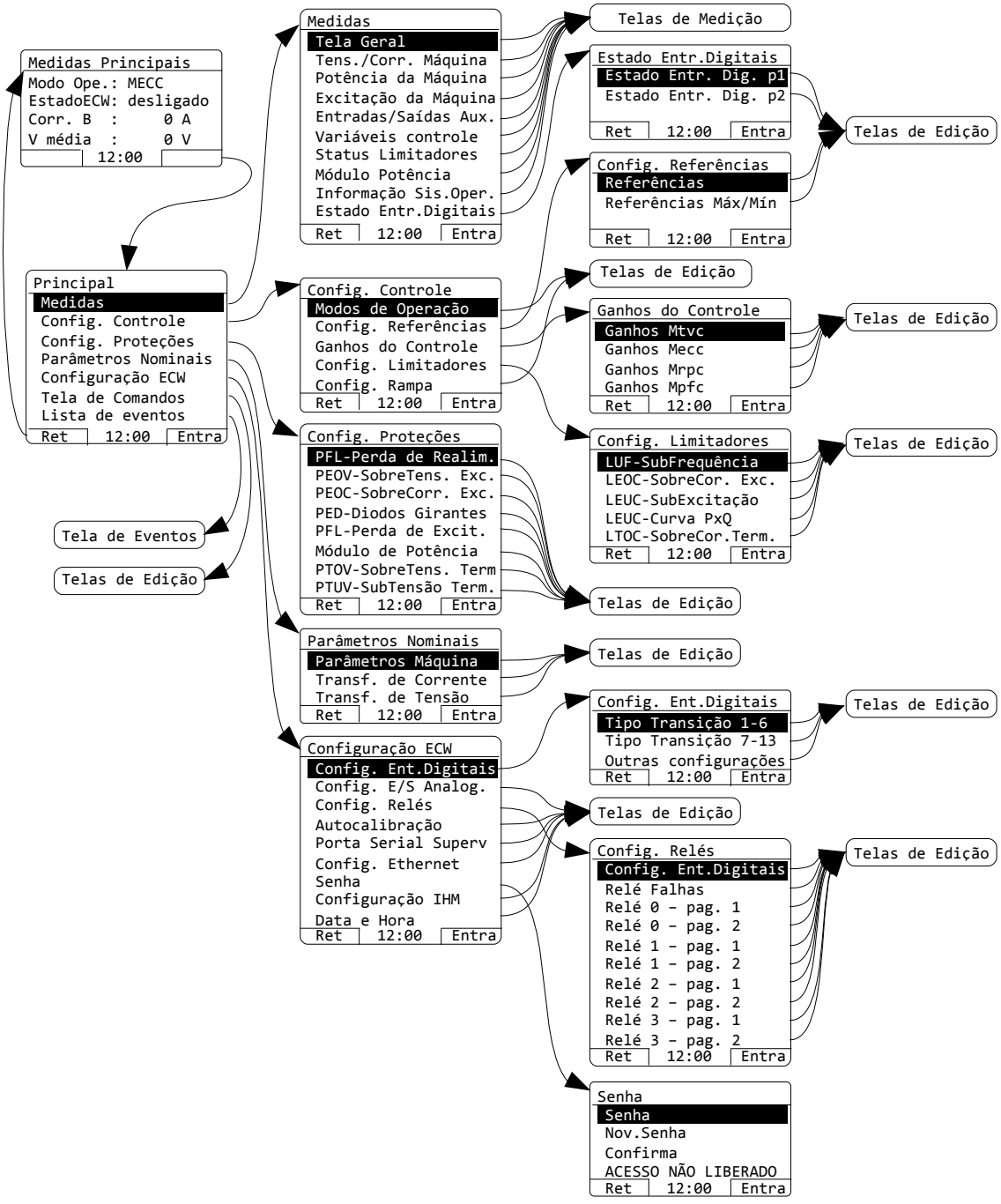


Figura 6.2 *– Árvore de navegação dos parâmetros pela HMI*

6.1.1 Telas de Medição

As telas de medição têm o perfil mostrado a seguir. Em cada linha temos uma variável com sua descrição, um número com 4 dígitos mais ponto decimal e por fim a unidade da medição. A partir da tela de medição só está disponível o botão de retorno à tela anterior (Ret).

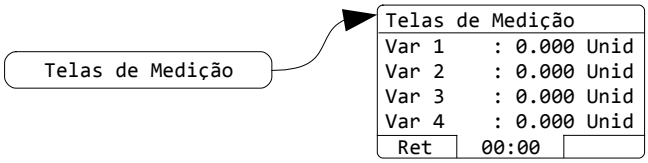


Figura 6.3 *– Telas de medição*

6.1.2 Telas de Edição

Nas telas de edição, cada linha possui um parâmetro com sua descrição, seu valor com 4 dígitos mais ponto decimal e a unidade. Inicialmente o cursor ocupa a linha inteira, indicando apenas a seleção de navegação de linha. Quando pressionada a tecla de menu direita, correspondente ao comando Edita, a HMI entra em modo de edição e o cursor ocupa somente a área do valor com unidade.

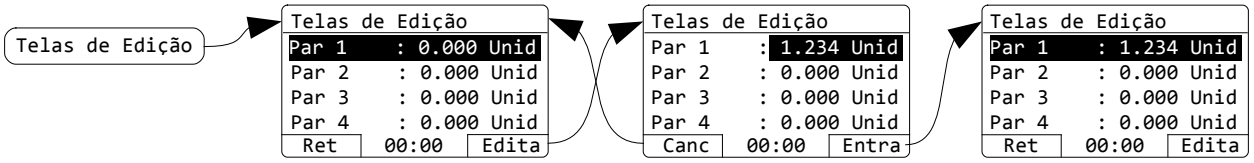


Figura 6.4 *– Telas de edição*

No modo edição, as teclas de navegação são utilizadas para incrementar e decrementar o valor mostrado. O passo de incremento/decremento varia conforme o parâmetro e o valor apresentado, da seguinte forma:

- Se o valor na tela for muito maior que o incremento, de tal forma que o passo normal de incremento da variável não seja visível de acordo com os dígitos mostrados, então o incremento será feito no dígito menos significativo. Exemplo: Em um parâmetro com incremento de 0.001 e um valor mostrado de 999.0, seu incremento resultaria em 999.001, o que não é possível de ser apresentado por ter 6 dígitos. Neste caso o incremento real será de 0.1, que é o dígito menos significativo, resultando em 999.1.

- Para valores em que o incremento é visível, o ECW500 utiliza o valor de incremento padrão do parâmetro. Exemplo: Com um passo de incremento/decremento de 0.1 e um valor mostrado de 1.000, o decremento deve resultar em 0.900.

- Se a tecla de incremento (ou decremento) for mantida pressionada, após alguns segundos será adicionado um multiplicador ao passo de incremento (decremento). Para isso existem três parâmetros de multiplicação na tela de Configuração da IHM: 30086, 30088 e 30090.

- Para os parâmetros com valores especiais, o usuário visualizará apenas a descrição do valor. Para consultar o número relativo àquela configuração, veja a tabela de parâmetros.

6.1.3 Tela de Eventos

A tela de eventos é uma tela de visualização especial que mostra as últimas 12 ocorrências[1] registradas pelo ECW500. Nessa tela os eventos são listados em ordem de ocorrência, com o evento mais recente apresentado na primeira linha da primeira página.

Para a exibição da data e hora da ocorrência dos eventos deve-se pressionar a tecla menu direito “Hr/Da”, conforme mostra a Figura 6.5.

[1] Pela comunicação serial é possível acessar todos os 128 eventos disponíveis.

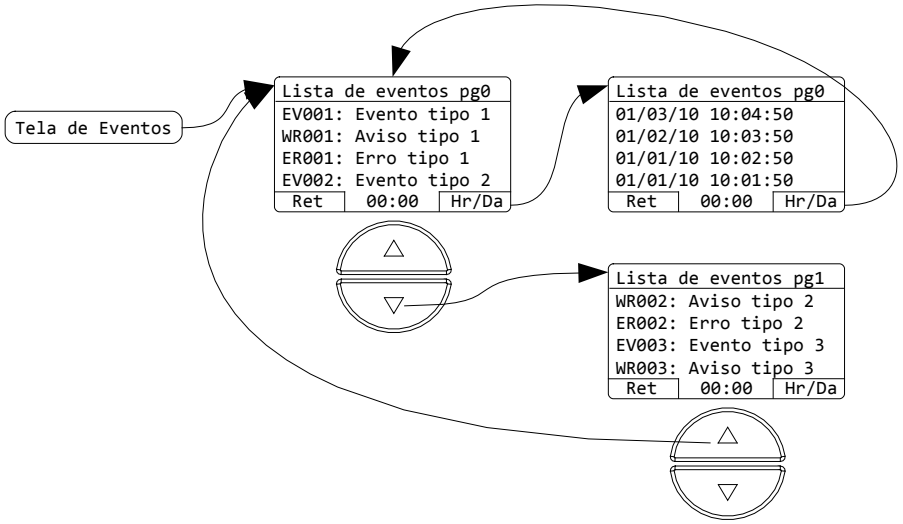


Figura 6.5 *– Tela de eventos*

6.1.4 Tela de Senha

A tela de senha permite ativar, desativar ou alterar a senha do equipamento. Com a senha habilitada não é permitida a edição de qualquer parâmetro, e caso ocorra uma tentativa de edição, a HMI exibirá automaticamente a tela de senha. A sequência de telas para entrada da senha e liberação do acesso aos parâmetros é apresentada na figura a seguir.

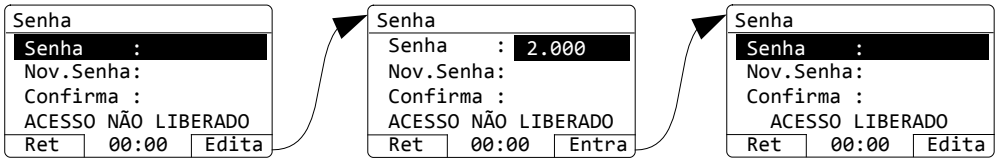


Figura 6.6 *– Sequência de telas para entrada de senha*

Após a entrada correta, o texto da quarta linha confirma com a mensagem “Acesso Liberado”.

Com o acesso liberado, pode-se fazer a alteração da senha editando o parâmetro “Nova Senha”, apresentado na segunda linha. Uma vez inserida a nova senha, o cursor pula automaticamente para a terceira linha pedindo a confirmação do valor digitado. Se correto, a nova senha será ativada e o acesso será bloqueado.

A sequência de telas a seguir apresenta a troca da senha para o valor 5.

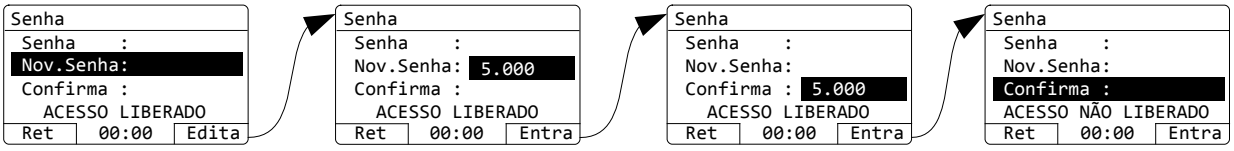


Figura 6.7 *– Sequência de telas para troca de senha*

Caso a proteção por senha não seja necessária, é possível desabilitar a função entrando com uma nova senha e selecionando o valor “desabilitado” (equivalente ao número zero). Depois de confirmada a nova senha, na quarta linha aparecerá a mensagem “Senha Desabilitada”.

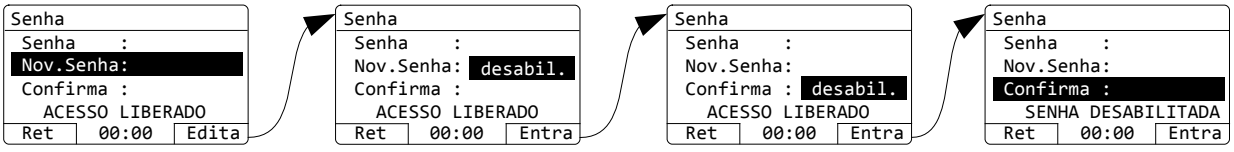


Figura 6.8 *– Sequência de telas para desabilitar a senha*

NOTA!
A senha padrão de fábrica é 2.

6.2 ENTRADAS DIGITAIS

O ECW500 possui 11 (onze) entradas digitais isoladas específicas que possibilitam o comando completo do equipamento através dessa interface física.

O estado lógico inicial das entradas digitais é zero (desligado), e para que uma entrada digital comute para o estado lógico um (ligado) é necessário que seja aplicada uma tensão entre 8 V e 30 V.
Não há polaridade na conexão das entradas digitais.

Existem três modos de operação para as entradas digitais:

- *Modo Botão Pressionado*: neste modo de operação, o estado da entrada digital é comutado de desligado para ligado quando uma tensão é aplicada nos terminais da entrada digital, verificando a borda de subida do pulso. Uma vez acionada, esta entrada digital não tem mais efeito até que a função seja comutada pela sua entrada complementar.

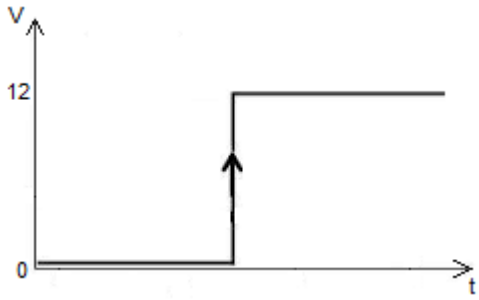


Figura 6.9 *– Transição necessária nas entradas digitais no modo Botão Pressionado*

- *Modo Botão Liberado:* neste modo de operação, o estado da entrada digital é comutado de desligado para ligado quando uma tensão é aplicada nos terminais da entrada digital e então removida, ou seja, na borda de descida do pulso. Apenas aplicar a tensão na entrada digital sem retirá-la não tem efeito. Uma vez acionada, esta entrada digital não tem mais efeito até que a função seja comutada pela sua entrada complementar.

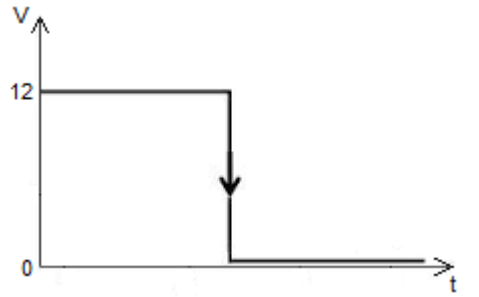


Figura 6.10 *– Transição necessária nas entradas digitais no modo Botão Liberado*

- *Modo Botão Mantido:* Neste modo de operação da entrada digital, as funções pares de LIGA/DESLIGA, MTVC/MECC, HABILITA PARALELO/DESABILITA PARALELO, HABILITA ONLINE/DESABILITA ONLINE funcionam com comando complementar. Ambas as entradas digitais de cada par devem estar configuradas para o modo Botão Mantido, caso contrário um aviso de falha será gerado. As entradas digitais pares no modo botão mantido nunca devem estar no mesmo nível lógico, ou seja, quando uma estiver com tensão positiva aplicada (maior que 8 V), o seu par deve estar com tensão nula (0 V). Por exemplo, para habilitar o ECW500, deve-se aplicar, simultaneamente, uma tensão positiva na entrada digital LIGA e uma tensão nula na entrada digital DESLIGA. Caso uma tensão positiva seja aplicada em ambas as entradas ou então uma tensão nula seja aplicada nas duas entradas digitais, um aviso de falha será gerado.

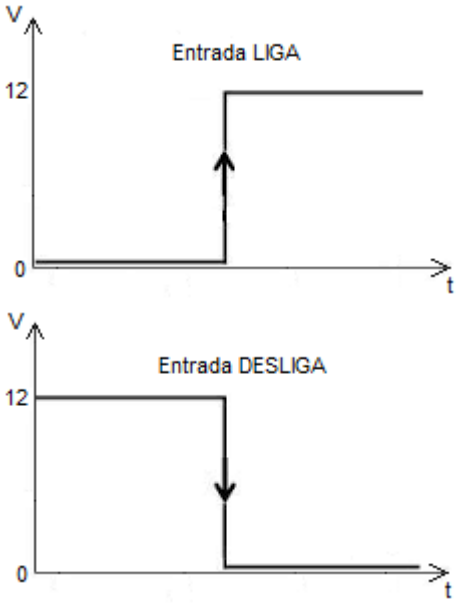


Figura 6.11 *– Transição necessária nas entradas digitais LIGA e DESLIGA no modo Botão Mantido*

6.2.1 Entrada Digital LIGA

A entrada digital LIGA é utilizada para habilitar a excitação do ECW500, colocando-o em funcionamento no modo de operação pré-configurado.

6.2.2 Entrada Digital DESLIGA

A entrada digital DESLIGA é complementar à entrada LIGA, e é utilizada para desabilitar a excitação do ECW500. O comando DESLIGA tem prioridade sobre o comando LIGA.

6.2.3 Entrada Digital MTVC

A entrada digital MTVC é utilizada para mudar o modo de operação do ECW500 para MTVC (Mode: Terminal Voltage Control).

6.2.4 Entrada Digital MECC

A entrada digital MECC é complementar à entrada MTVC, e é utilizada para mudar o modo de operação do ECW500 para MECC (Mode: Excitation Current Control). O comando MECC tem prioridade sobre o comando MTVC.

6.2.5 Entrada Digital HABILITA PARALELO

A entrada digital HABILITA PARALELO é utilizada para mudar o modo de operação do ECW500 para MTVC DROOP (Mode: Terminal Voltage Control com DROOP). Ela pode ser utilizada de maneira complementar à entrada digital DESABILITA PARALELO no modo Botão Mantido, mas só opera caso o ECW500 esteja habilitado. Caso o ECW500 esteja desabilitado e esta entrada seja acionada, um aviso de falha é gerado.

6.2.6 Entrada Digital DESABILITA PARALELO

A entrada digital DESABILITA PARALELO é complementar à entrada HABILITA PARALELO, e é utilizada para desabilitar o modo online ou o modo paralelo, colocando o ECW500 no modo MTVC ou MECC, de acordo com a configuração prévia do modo de operação offline. Ela pode ser utilizada de maneira complementar à entrada digital HABILITA PARALELO no modo Botão Mantido.

Caso o ECW500 esteja operando no modo online MPFC (Mode: Power Factor Control) ou MRPC (Mode: Reactive Power Control) e a entrada digital DESABILITA PARALELO seja acionada, o ECW500 passará diretamente para o modo offline MTVC ou MECC, conforme configuração prévia. Caso as entradas digitais do modo paralelo e online estejam configuradas para operar no modo Botão Mantido, o comando de desabilita deve ser executado em ambas as entradas digitais DESABILITA ONLINE e DESABILITA PARALELO.

6.2.7 Entrada Digital HABILITA ONLINE

A entrada digital HABILITA ONLINE é utilizada para mudar o modo de operação do ECW500 para um dos modos online (MPFC ou MRPC). Ela pode ser utilizada de maneira complementar à entrada digital DESABILITA ONLINE no modo Botão Mantido.

Para que o regulador passe para o modo MPFC ou MRPC diretamente dos modos MECC ou MTVC, é necessário que ambas as entradas digitais HABILITA ONLINE e HABILITA PARALELO sejam acionadas simultaneamente. Caso apenas a entrada HABILITA ONLINE seja acionada, nenhuma ação será tomada quando o ECW500 estiver nesses modos. Mas caso o regulador esteja operando no modo paralelo (MTVC DROOP), o acionamento da entrada digital HABILITA ONLINE é suficiente para que o ECW500 entre em um dos modos online (conforme configuração prévia do modo de operação online).

6.2.8 Entrada Digital DESABILITA ONLINE

A entrada digital DESABILITA ONLINE é utilizada para desabilitar o modo de operação online (MPFC ou MRPC) do ECW500, e pode ser utilizada de maneira complementar à entrada digital HABILITA ONLINE no modo Botão Mantido.

Caso o ECW500 esteja operando em um dos modos online e a entrada digital DESABILITA ONLINE seja acionada uma vez, o regulador passará primeiramente para o modo paralelo MTVC DROOP. Caso esta mesma entrada seja acionada pela segunda vez, o ECW500 passará então para o modo offline MTVC ou MECC (conforme configuração prévia do modo de operação offline).

6.2.9 Entrada Digital INCREMENTA

A entrada digital INCREMENTA é utilizada para incrementar a referência em qualquer um dos modos de operação. A parcela a ser incrementada é a mesma definida como incremento padrão do modo de operação selecionado no ECW500, mas este incremento pode ser aumentado através de um multiplicador válido para todos os modos, ajustável na tela de Configuração das Entradas Digitais (parâmetro 30204).
Exemplo: se o ECW500 está operando no modo MTVC, cada incremento na referência de tensão será de 0,1 V vezes o multiplicador. Caso o ECW500 seja desabilitado ou ocorra a troca do modo de operação, a variável interna que controla o incremento do modo é zerada.

Para a entrada digital INCREMENTA, a ação do controle no modo botão mantido é diferente das funções complementares. Quando operando neste modo, ao se manter a tensão aplicada na entrada digital o incremento na referência ocorrerá de maneira contínua, até que a tensão aplicada na entrada digital seja removida ou até atingir o valor máximo da referência.

NOTA!
A entrada digital INCREMENTA não possui relação complementar com a entrada digital DECREMENTA.
Caso essas entradas sejam acionadas simultaneamente, um aviso de falha será gerado e a referência não sofrerá modificações.

6.2.10 Entrada Digital DECREMENTA

A entrada digital DECREMENTA é utilizada para decrementar a referência em qualquer um dos modos de operação. A parcela a ser decrementada é a mesma definida como decremento padrão do modo de operação selecionado no ECW500, sendo que este decremento pode ser aumentado através de um multiplicador válido para todos os modos, ajustável na tela de Configuração das Entradas Digitais (parâmetro 30204).
Exemplo: se o ECW500 está operando no modo MTVC, cada decremento na referência de tensão será de 0,1 V vezes o multiplicador. Caso o ECW500 seja desabilitado ou ocorra a troca do modo de operação, a variável interna que controla o decremento é reinicializada para zero.

Para a entrada digital DECREMENTA, a ação do controle no modo botão mantido é diferente das funções complementares. Quando operando neste modo, ao se manter a tensão aplicada na entrada digital o decremento na referência ocorrerá de maneira contínua, até que a tensão aplicada na entrada digital seja removida ou até atingir o valor mínimo da referência.

NOTA!
A entrada digital DECREMENTA não possui relação complementar com a entrada digital INCREMENTA.
Caso essas entradas sejam acionadas simultaneamente, um aviso de falha será gerado e a referência não sofrerá modificações.

6.2.11 Entrada Digital Reset Alarmes

Essa entrada reseta os alarmes (warnings) e erros ativos do ECW500.

6.3 ENTRADA ANALÓGICA

O ECW500 possui uma entrada analógica isolada que pode ser usada para atuar na referência de cada um dos seus modos de operação. Para isso, deve-se configurar o parâmetro 31030 na opção 1 (Entrada Analógica).

Essa entrada aceita sinais em tensão (± 10 V) ou corrente (4 mA a 20 mA), com bornes específicos para cada tipo de sinal (V+/V- e I+/I-), mas apenas um dos sinais pode ser utilizado para atuar na referência.
A seleção do tipo do sinal a ser usado deve ser feita através do parâmetro 30256.

Quando a entrada de corrente está selecionada, o ECW500 calcula internamente uma tensão equivalente na escala de -10 a +10 V. O cálculo é feito com base na seguinte equação[2]:

$$V_{eq} = 1.25 \times (I_{4-20mA\_medida} - 12)$$

No modo MTVC ou MTVC DROOP, o valor da referência que pode ser obtido pela entrada analógica varia de 80% a 120% em relação à tensão nominal da máquina, calculada pela relação abaixo:

$$V_{Ref\_MTVC} = (Ganho_{AI\_MTVC} \times \frac{V_{AI\_medida}}{10} \times V_{nominal} \times 20\%) + V_{nominal}$$

Em que:

$Ganho_{AI\_MTVC}$ é o parâmetro de ganho para a entrada analógica no modo MTVC (30248);

V_{AI_medida} é a tensão medida na entrada analógica;

$V_{nominal}$ é a tensão nominal da máquina síncrona ajustada no ECW500 (parâmetro 30058).

Já no modo MECC, o valor da referência obtido pela entrada analógica pode estar entre 0 e 100% em relação à corrente nominal de excitação, conforme a equação abaixo:

$$I_{Ref\_MECC} = Ganho_{AI\_MECC} \times \frac{V_{AI\_medida}}{10} \times I_{EXC\_nominal}$$

Em que:

$Ganho_{AI\_MECC}$ é o parâmetro de ganho para a entrada analógica no modo MECC (parâmetro 30250);

V_{AI_medida} é a tensão medida na entrada analógica;

$I_{EXC\_nominal}$ é a corrente nominal de excitação da máquina síncrona ajustada no ECW500 (30066).

NOTA!
Para o modo MECC, o cálculo da referência pela entrada analógica só leva em consideração valores positivos da tensão medida. Valores negativos resultam em uma referência de 0A.

[2] No modo MECC, o cálculo da tensão equivalente é feito considerando somente a faixa positiva (0 a +10V). Nesse caso a equação para conversão é a seguinte: $V_{eq} = 0.625 \times (I_{4-20mA\_medida} - 4)$

Para o modo MRPC, pode-se obter pela entrada analógica uma referência entre -100% a +100% em relação à potência nominal, de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{Ref\_MRPC} = Ganho_{AI\_MRPC} \times \frac{V_{AI\_medida}}{10} \times S_{nominal}$$

Em que:

$Ganho_{AI\_MRPC}$ é o parâmetro de ganho para a entrada analógica no modo MRPC (parâmetro 30252);

V_{AI_medida} é a tensão medida na entrada analógica;

$S_{nominal}$ é a potência aparente nominal trifásica da máquina síncrona ajustada no ECW500 (parâmetro 30068).

E para o modo MPFC, o valor da referência via entrada analógica pode ser ajustado entre -1.00 e 1.00, conforme as equações a seguir:

$$FP_{Ref\_MPFC} = 1.00 - (Ganho_{AI\_MPFC} \times \frac{V_{AI\_medida}}{10}), \quad p/Ganho_{AI\_MPFC} \times V_{AI\_medida} \geq 0$$

$$FP_{Ref\_MPFC} = -1.00 - (Ganho_{AI\_MPFC} \times \frac{V_{AI\_medida}}{10}), \quad p/\ Ganho_{AI\_MPFC} \times V_{AI\_medida} < 0$$

Em que:

$Ganho_{AI\_MPFC}$ é o parâmetro de ganho para a entrada analógica no modo MPFC (parâmetro 30254);

V_{AI_medida} é a tensão medida na entrada analógica.

NOTA!
Se a entrada analógica estiver configurada em modo de corrente e a leitura cair abaixo de 4 mA, o ECW500 indicará falha por fio rompido.
Caso a entrada analógica não esteja em uso, deve-se configurá-la para o modo de tensão, para evitar que a mensagem de erro seja apresentada.

NOTA!
Não haverá atuação da entrada analógica sobre a referência se o parâmetro 31030 estiver ajustado para a opção 0 (Parâmetro).

6.4 MODOS DE OPERAÇÃO

O ECW500 possui cinco modos de operação mais o modo desligado, os quais estão descritos a seguir.

6.4.1 Desligado

Neste modo o regulador executa todas as medições dos sinais, porém não aplica tensão nos terminais de saída de excitação. É possível desligar o regulador a partir de todos os modos apresentados a seguir, porém, deste modo só é possível passar ao MTVC ou ao MECC.

6.4.2 MTVC (Automático)

(Mode: Terminal Voltage Control) No modo MTVC, o ECW500 controla a excitação de maneira a garantir que a tensão nos terminais da máquina síncrona siga a referência de tensão. Neste modo, a máquina opera fora da rede (offline), atuando de maneira isolada. É possível sair do modo MTVC para todos os outros modos de operação.

6.4.3 MECC (Manual)

(Mode: Excitation Current Control) No modo MECC, o ECW500 controla a corrente de excitação da máquina síncrona independente da tensão nos seus terminais. Neste modo, a máquina opera fora da rede (offline), atuando de maneira isolada.

O modo MECC dispõe de uma função que permite habilitar o seguidor interno de referência (parâmetro 30246). Essa função possibilita a transição dos outros modos para o MECC de forma suave, pois o valor da corrente de excitação lida é copiado como referência do modo MECC.

6.4.4 MTVC DROOP

(Mode: Terminal Voltage Control com DROOP) No modo MTVC DROOP, o ECW500 opera em modo de compensação de carga, baseado na medição de potência reativa circulando pela máquina síncrona. Para isso, uma impedância é simulada nos terminais da máquina e a tensão é regulada num ponto interno ou externo à máquina síncrona. Nesse modo, a operação é sempre em paralelo com a rede (online) ou em paralelo com um conjunto de geradores.

Dois modos de compensação estão disponíveis: droop e compensação de queda de linha.

No modo droop, a tensão de referência é reduzida em função do aumento da potência reativa na saída da máquina síncrona.
Já no modo de compensação de queda de linha, o ECW500 regula a tensão num ponto externo à máquina, seja ele no transformador de elevação de tensão ou até mesmo num ponto ao longo do sistema de transmissão. Essa compensação produz uma tensão de referência crescente para o aumento da potência reativa de saída nos terminais da máquina.

Para a operação no modo MTVC DROOP, é preciso ajustar a constante de compensação desse modo (parâmetro 30216), que é um valor percentual em relação à potência nominal da máquina.
Quando a constante de compensação é positiva, a compensação de droop é realizada.
Quando for negativa, a compensação de queda de linha está ativa.

A equação abaixo mostra o cálculo da tensão Droop que será subtraída (ou adicionada) da (à) referência principal.

$$V_{DROOP} = \%_{DROOP} \times \frac{V_{nom}}{\sqrt{3} \times I_{nom}} \times \frac{Q_{medida}}{V_{medida}}$$

Em que:

$\%_{DROOP}$ é a constante de compensação dos modos droop/queda de linha (30216);
V_{nom} é a tensão nominal da máquina síncrona (30058);
I_{nom} é a corrente nominal da máquina síncrona (30060);
Q_{medida} é a potência reativa monofásica medida (40016);
V_{medida} é a tensão efetiva média medida nas três fases (40006).

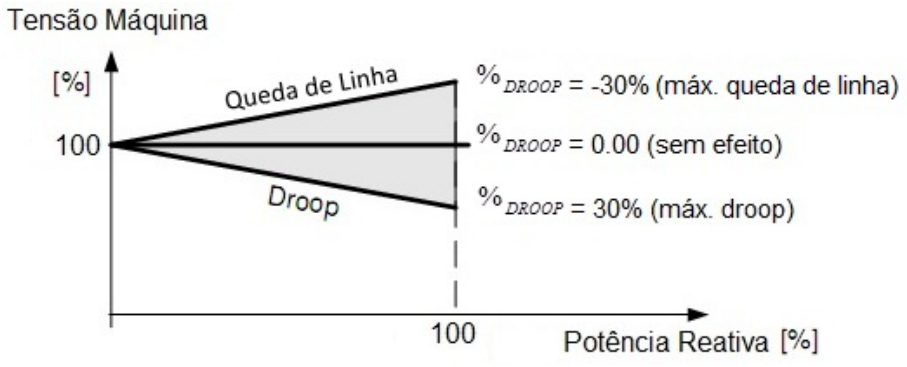


Figura 6.12 *– Operação do ECW500 no modo MTVC DROOP*

6.4.5 MPFC (Power Factor Control)

Neste modo, o ECW500 controla a excitação de maneira que o fator de potência nos terminais da máquina seja mantido constante com base na referência de controle. Para isso, a máquina síncrona precisa operar conectada ao barramento (online).

NOTA!
Uma referência positiva (+) nesse modo indica que a máquina síncrona operará com uma característica capacitiva (corrente em avanço), fornecendo reativos ao sistema.
Já uma referência negativa (-) indica que a máquina síncrona operará com uma característica indutiva (corrente em atraso), absorvendo reativos do sistema.

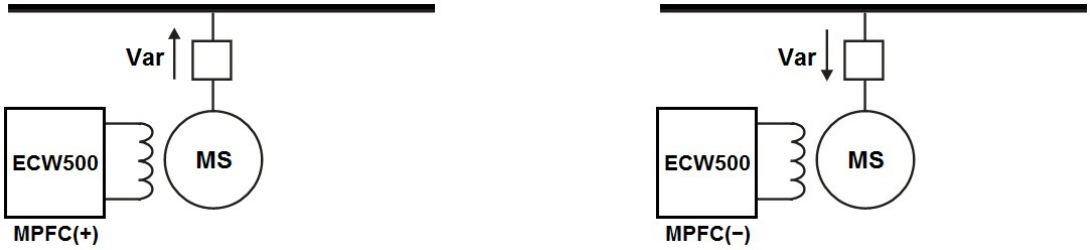


Figura 6.13 *– Operação com referências positiva e negativa no modo MPFC*

6.4.6 MRPC (Var Control)

(Mode: Terminal Reactive Power Control) Neste modo, o ECW500 controla a excitação de maneira a garantir que a potência reativa nos terminais da máquina síncrona siga a referência do controle. Assim como no modo MPFC, aqui a máquina síncrona também opera conectada à rede de alimentação (online).

NOTA!
Uma referência positiva (+) nesse modo indica que a máquina síncrona irá fornecer reativos para a rede, enquanto uma referência negativa (-) indica que a máquina síncrona irá absorver reativos da rede.

6.4.7 Mudança entre os Modos de Operação

A troca de um modo de operação para outro depende da aplicação dos comandos adequados via entradas digitais, HMI ou software de supervisão, além da programação específica dos modos offline (30206) e online (30208).

Veja na figura abaixo e na Tabela 6.2 as condições necessárias para a mudança entre cada um dos modos de operação.

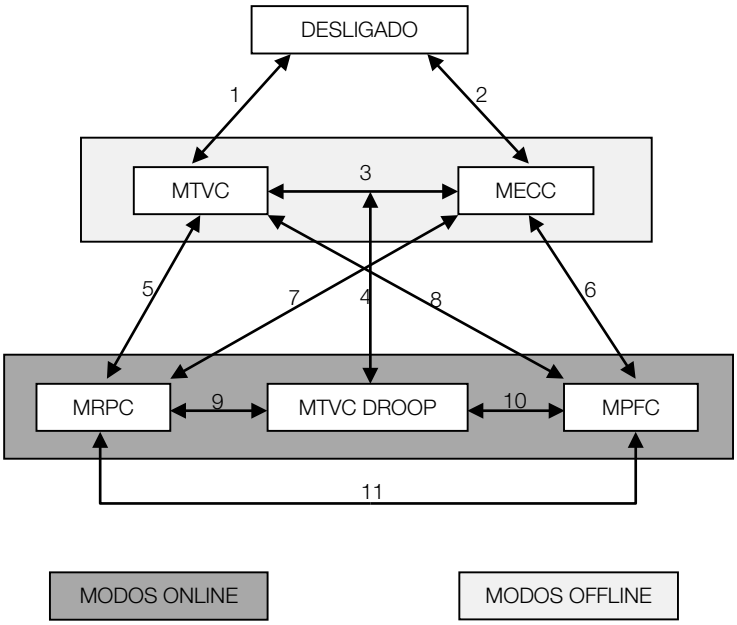


Figura 6.14 – *Modos de operação do ECW500*

Tabela 6.2 – Condições necessárias para troca entre os modos de operação

Troca do Modo de Operação	Condição Necessária
1	DESLIGADO → MTVC: Ent. Digital LIGA (Modo de operação offline deve estar em MTVC) MTVC → DESLIGADO: Ent. Digital DESLIGA
2	DESLIGADO → MECC: Ent. Digital LIGA (Modo de operação offline deve estar em MECC) MECC → DESLIGADO: Ent. Digital DESLIGA
3	MECC → MTVC: Ent. Digital MTVC MTVC → MECC: Ent. Digital MECC
4	MTVC ou MECC→ MTVC DROOP: Ent. Digital HABILITA PARALELO MTVC DROOP → MTVC ou MECC: Ent. Digital DESABILITA PARALELO (ECW500 passa para o modo MTVC ou MECC dependendo da configuração do modo de operação offline)
5	MTVC → MRPC: Ent. Digital HABILITA PARALELO + Ent. Digital HABILITA ONLINE (simultaneamente) (Modo de operação online deve estar em MRPC) MRPC → MTVC: Ent. Digital DESABILITA PARALELO + Ent. Digital DESABILITA ONLINE (Modo de operação offline deve estar em MTVC)
6	MECC → MPFC: Ent. Digital HABILITA PARALELO + Ent. Digital HABILITA ONLINE (simultaneamente) (Modo de operação online deve estar em MPFC) MPFC → MECC: Ent. Digital DESABILITA PARALELO + Ent. Digital DESABILITA ONLINE (Modo de operação offline deve estar em MECC)
7	MECC → MRPC: Ent. Digital HABILITA PARALELO + Ent. Digital HABILITA ONLINE (simultaneamente) (Modo de operação online deve estar em MRPC) MRPC → MECC: Ent. Digital DESABILITA PARALELO + Ent. Digital DESABILITA ONLINE (Modo de operação offline deve estar em MECC)
8	MTVC → MPFC: Ent. Digital HABILITA PARALELO + Ent. Digital HABILITA ONLINE (simultaneamente) (Modo de operação online deve estar em MPFC) MPFC → MTVC: Ent. Digital DESABILITA PARALELO + Ent. Digital DESABILITA ONLINE. (Modo de operação offline deve estar em MTVC)
9	MRPC → MTVC DROOP: Ent. Digital DESABILITA ONLINE MTVC DROOP → MRPC: Ent. Digital HABILITA ONLINE (Modo de operação online deve estar em MRPC)
10	MPFC → MTVC DROOP: Ent. Digital DESABILITA ONLINE MTVC DROOP → MPFC: Ent. Digital HABILITA ONLINE (Modo de operação online deve estar em MPFC)
11	MPFC → MRPC: Trocar o modo de operação online para MRPC MRPC → MPFC: Trocar o modo de operação online para MPFC

NOTA!
Os comandos da tabela estão representados para as entradas digitais, mas podem ser feitos também pela HMI ou pela comunicação do supervisório.

6.5 LIMITADORES

O ECW500 possui quatro funções de limitadores que podem evitar a operação da máquina síncrona em condições não desejadas. São eles: limitador de subfrequência, de sobrecorrente de excitação, de subcorrente de excitação e de sobrecorrente nos terminais da máquina síncrona (estator).
As características e o comportamento de cada um desses limitadores estão descritos a seguir.

6.5.1 Limitador de Subfrequência (LUF)

O ECW500 possui dois tipos de limitadores de subfrequência, selecionados através do parâmetro 30122.

O limitador de subfrequência do tipo U/f atua quando a frequência do sistema cai abaixo de um valor pré-configurado. Quando operando no modo MTVC ou MTVC DROOP, a referência de tensão é automaticamente ajustada para que a tensão nos terminais da máquina siga a inclinação da curva configurada, conforme mostra

a Figura 6.15. Nos outros modos de operação, a condição de subfrequência é anunciada, porém a referência (de corrente de excitação, potência reativa ou fator de potência) não sofre alteração.

A equação abaixo mostra como a parcela que atua na referência do modo de controle de tensão é calculada.

$$V_{UF} = \frac{V_{nominal}}{f_{nominal}} \times (f_{joelho} - f_{medida}) \times K_{UF\_joelho}$$

Em que:

V_{UF} é a parcela que é somada à referência de tensão.

$V_{nominal}$ é a tensão nominal da máquina síncrona configurada no ECW500 (30058).

$f_{nominal}$ é a frequência nominal da máquina síncrona configurada no ECW500 (30062).

f_{joelho} é a frequência configurada no ECW500 a partir da qual o limitador passa a atuar (30118).

f_{medida} é a frequência medida pelo ECW500 (40010).

K_{UF_Joelho} é a constante de inclinação da curva do U/f (30120).

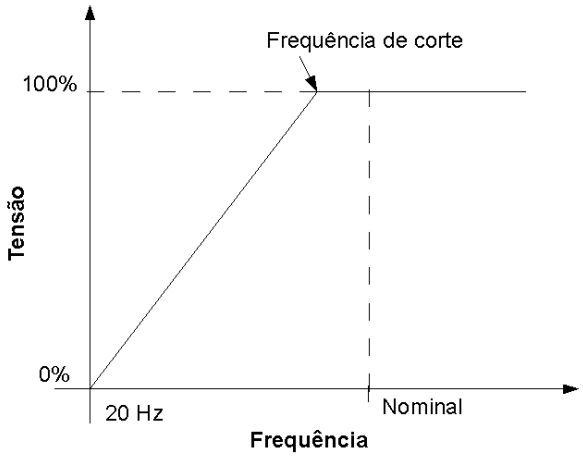


Figura 6.15 *– Curva U/f do limitador de subfrequência*

O limitador de subfrequência do tipo V/Hz tem o objetivo de manter a relação entre a tensão e a frequência constante. V/Hz é a razão entre tensão nominal e frequência nominal multiplicada pela constante de inclinação (queda), configurável no parâmetro 30120 do ECW500. Quando a razão V/Hz medida ultrapassa a razão ajustada, o limitador entra em operação somando ou subtraindo um valor na referência de tensão para manter a razão constante. A Figura 6.16 mostra a curva característica desse limitador no modo V/Hz.

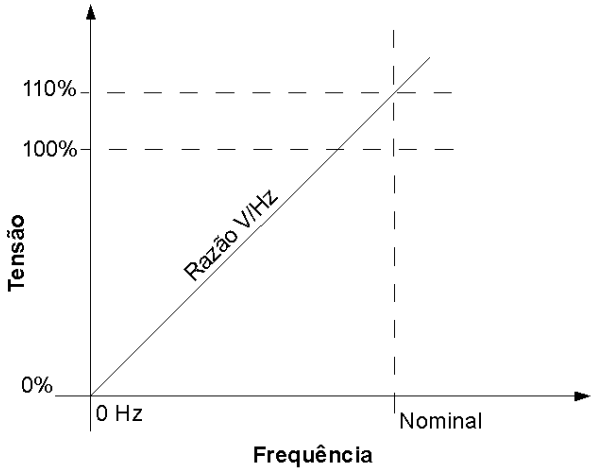


Figura 6.16 *– Curva V/Hz do limitador de subfrequência*

6.5.2 Limitador de Sobrecorrente de Excitação (LEOC)

Esta função tem o objetivo de limitar a corrente de excitação em um nível ajustado, impedindo que seja aplicada uma corrente elevada na excitatriz da máquina síncrona. Quando o LEOC atua, ele passa a controlar apenas a corrente de excitação, independente dos valores de tensão e corrente terminal da máquina síncrona. Para garantir uma dinâmica de operação adequada, os ganhos da malha PI do LEOC devem ser ajustados de acordo com a resposta desejada para a aplicação.

O limitador LEOC possui 2 níveis configuráveis, com formas de atuação distintas:

- nível alto (parâmetro 30124), com atuação instantânea e
- nível baixo (parâmetro 30132), com atuação temporizada.

Assim, caso a corrente de excitação ultrapasse o valor ajustado como nível alto, o limitador atuará de forma imediata para manter a corrente nesse patamar. Já com a corrente de excitação acima do nível baixo (e abaixo do nível alto), o LEOC levará a corrente para o valor definido pelo parâmetro 30132 depois de ultrapassado o limite integral (Ixt), dado pela seguinte relação:

$$Limite\ Intregal\ LEOC = (Nível\ Alto_{LEOC} - Nível\ Baixo_{LEOC}) \times Tempo\ Atuação_{LEOC}$$

onde,

$Tempo\ Atuação_{LEOC}$ – Parâmetro 30126

Uma vez que as condições da aplicação permitam a operação da máquina abaixo dos níveis ajustados, o limitador será desligado e o controle voltará para o modo de operação anteriormente ativo.

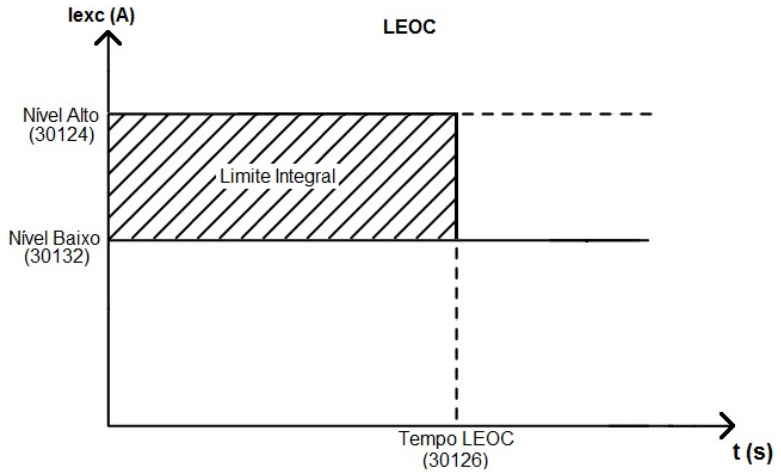


Figura 6.17 *– Característica de atuação integral do limitador de sobrecorrente de excitação (LEOC)*

NOTA!
O limitador de sobrecorrente de excitação atua em todos os modos de operação, exceto no modo MECC.
Ele pode ser desabilitado através de parâmetro (30138) e um relé pode ser configurado para indicar sua operação.

NOTA!
O limitador LEOC possui prioridade sobre todos os outros limitadores.

6.5.3 Limitador de Subcorrente de Excitação (LEUC)

O limitador LEUC visa garantir que a máquina síncrona não opere em um ponto fora da sua curva de capabilidade (PxQ), limitando a quantidade de potência reativa absorvida pela máquina em um valor no qual ela foi especificada.

O ECW500 permite o ajuste customizado da curva PxQ através da parametrização de cinco pontos de potência ativa versus potência reativa, conforme mostra a Figura 6.18. Os pontos devem respeitar a sequência indicada na figura, caso contrário um alerta será gerado quando o regulador for posto em operação.

Uma vez habilitado, através do parâmetro 30168, o limitador LEUC irá atuar em todos os modos de operação, exceto no modo MECC. Sua operação se dá através de uma malha PI independente da malha principal de controle, com ganhos Kp e Ki específicos.

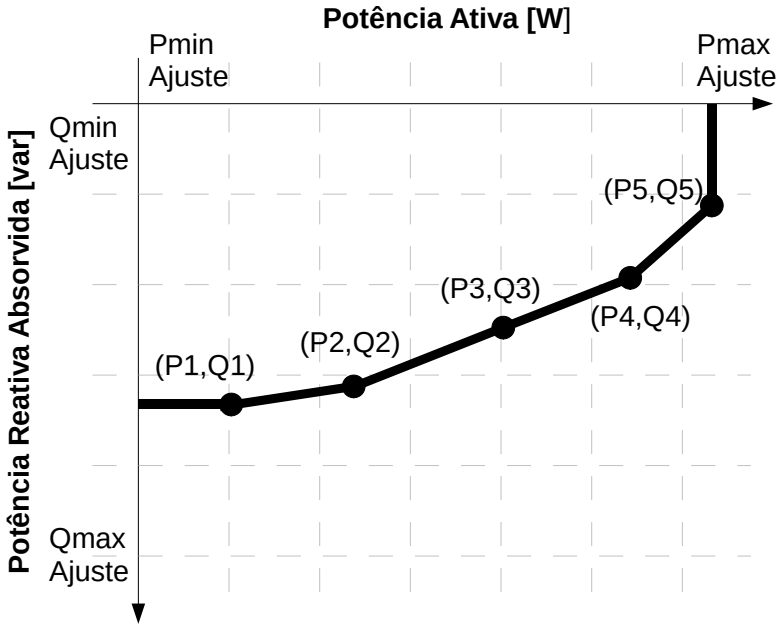


Figura 6.18 *– Pontos para configuração da curva PxQ da máquina síncrona*

Os pontos de potência ativa e reativa devem ser programados dentro dos limites dados pelos parâmetros 30176 (Pmin), 30172 (Qmin), 30174 (Pmax) e 30172 (Qmax).
Os valores ajustados para a potência ativa devem ser positivos e para a potência reativa devem ser negativos.

6.5.4 Limitador de Sobrecorrente do Estator (LTOC)

A função do limitador de sobrecorrente do estator é evitar que correntes excessivas e destrutivas à máquina síncrona circulem pelos seus terminais. Quando o LTOC atua, o ECW500 passa controlar a corrente de excitação de modo a manter a corrente do estator abaixo dos níveis definidos. Os ganhos da malha PI do LTOC devem ser ajustados para garantir uma dinâmica de operação adequada para cada aplicação.

Da mesma maneira que o LEOC, o limitador LTOC possui 2 níveis configuráveis, com formas de atuação distintas:

- nível alto (parâmetro 30142), com atuação instantânea e
- nível baixo (parâmetro 30146), com atuação temporizada.

Assim, caso a corrente terminal ultrapasse o valor ajustado como nível alto, o limitador atuará de forma imediata para manter a corrente nesse patamar. Já com a corrente terminal acima do nível baixo (e abaixo do nível alto), o LTOC levará a corrente para o valor definido pelo parâmetro 30146 depois de ultrapassado o limite integral (Ixt), dado pela seguinte relação:

$$Limite\ Intregal\ LTOC = (Nível\ Alto_{LTOC} - Nível\ Baixo_{LTOC}) \times Tempo\ Atuação_{LTOC}$$

onde,

$Tempo\ Atuação_{LTOC}$ – Parâmetro 30144

Uma vez que as condições da aplicação permitam a operação da máquina abaixo dos níveis ajustados, o limitador será desligado e o controle voltará para o modo de operação anteriormente ativo.

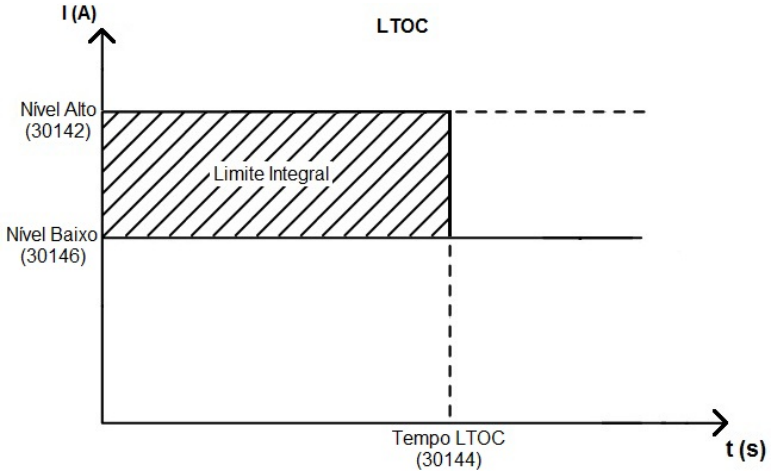


Figura 6.19 *– Característica de atuação integral do limitador de sobrecorrente do estator (LTOC)*

NOTA!
O limitador de sobrecorrente do estator atua em todos os modos de operação, exceto no modo MECC.
Ele pode ser desabilitado através de parâmetro (30140) e um relé pode ser configurado para indicar sua operação.

NOTA!
O limitador LTOC possui prioridade sobre o limitador LEUC.

6.6 PROTEÇÕES

O ECW500 possui nove proteções para vários eventos que podem acontecer durante a operação. O principal objetivo das proteções é avisar ao operador que há uma situação anormal e prejudicial à máquina.

As proteções, de maneira geral, não desligam a excitação; elas servem apenas como alerta de falha. No entanto, algumas proteções podem ser configuradas para desligar a excitação ou alternar para o modo MECC.

Todas as proteções podem ser habilitadas/desabilitadas individualmente. Para configurar os relés para anúncio das proteções, verifique a seção 6.8.3 – Relés Configuráveis 0, 1, 2 e 3.

6.6.1 Proteção de Perda de Realimentação (PFL)

A proteção de perda de realimentação atua sempre que o ECW500 detectar problemas nas tensões de realimentação. Duas situações podem gerar esta falha:

- as três fases da máquina caem abaixo do nível de equilíbrio por um tempo maior do que o ajustado, ou
- a tensão de uma fases difere da média das três fases por um valor maior do que o nível de desequilíbrio e por um tempo maior do que o ajustado.

A configuração desta proteção possui cinco parâmetros:

- habilita/desabilita a proteção (30286);
- um parâmetro que permite configurar a ação de alternar para o modo MECC no caso de falha (30288);
- o nível de equilíbrio (30292);
- o nível de desequilíbrio (30294) e
- o tempo de atuação da proteção (30290).

6.6.2 Proteção de Sobretensão de Excitação (PEOV)

Essa proteção atua sempre que a tensão de excitação exceder o nível configurado por um tempo maior do que o ajustado. Três parâmetros estão disponíveis para ajuste desta proteção: habilita/desabilita (30422), o nível de sobretensão (30424) e o tempo para a atuação da proteção (30426).

6.6.3 Proteção de Falha nos Diodos Girantes (PED)

O ECW500 monitora a operação dos diodos girantes da excitatriz sem escovas através da análise da corrente de excitação, protegendo a máquina síncrona contra curto-circuito e circuito aberto destes semicondutores.

Para realizar esta função, o ECW500 monitora em tempo real o conteúdo harmônico da forma de onda da corrente de excitação através da Transformada Rápida de Fourier (FFT - Fast Fourier Transform). Seis parâmetros estão disponíveis para configuração dessa proteção:

- habilita/desabilita (30466);
- um parâmetro que indica se o ECW500 deve desligar em caso de falha (30470);
- o tempo para atuação da proteção (30468);
- o nível máximo de ondulação da corrente de excitação (30464);
- o nível máximo permitido para a 1ª harmônica (30460) e
- o nível máximo permitido para a 2ª harmônica (30462).

Para ajustar corretamente essa proteção, siga os seguintes passos:

1. Excite a máquina síncrona e verifique os níveis médios medidos para a ondulação da corrente de excitação (40092) e para a amplitude da 1ª (40086) e da 2ª harmônica (40088).
2. Ajuste o parâmetro de ondulação máxima (30464) de 10 a 15 % acima do nível médio verificado na condição normal.
3. Ajuste os limites da 1ª (30460) e da 2ª harmônica (30462) de 1 a 2 % acima dos níveis médios verificados na condição normal.
4. Programe um tempo de atraso (30468) acima de 30 s, para evitar a atuação indevida da proteção.

NOTA!
Ao gerar a falha o ECW500 não diferencia entre diodo em curto ou diodo aberto, mostrando a mesma mensagem em ambos os casos.

6.6.4 Proteção de Perda de Excitação (PEL)

Esta falha está associada com a quantidade de energia reativa que a máquina síncrona pode absorver. Caso a corrente de excitação do ECW500 caia abaixo de 5% do valor nominal por um tempo maior do que o ajustado para a proteção, uma falha de perda de excitação é gerada. Os parâmetros de habilita/desabilita (30436) e o tempo para a atuação da falha (30296) estão disponíveis para a configuração desta proteção.

6.6.5 Proteção de Sobretensão no Estator (PTOV)

Quando a tensão nos terminais da máquina síncrona (estator) ultrapassar o nível de sobretensão definido (em relação ao valor nominal da máquina) por um tempo maior que o ajustado, essa proteção atua gerando um aviso de falha. Os parâmetros de habilita/desabilita (30442), nível de sobretensão (30446) e o tempo para atuação (30444) estão disponíveis para configuração.

6.6.6 Proteção de Subtensão no Estator (PTUV)

Quando a tensão nos terminais da máquina síncrona (estator) cair abaixo do nível de subtensão definido (em relação ao valor nominal da máquina) por um tempo maior que o ajustado, essa proteção atua gerando um aviso de falha. Os parâmetros de habilita/desabilita (30448), nível de subtensão (30452) e o tempo para atuação (30450) estão disponíveis para configuração.

6.6.7 Proteção de Sobretemperatura no Módulo de Potência

Esta função visa proteger o módulo de potência do ECW500 através do monitoramento da temperatura nos semicondutores. Caso a temperatura exceda o nível ajustado por um tempo maior que o configurado para a proteção, uma falha é gerada. É possível também programar para que o ECW500 desligue a excitação caso esta falha ocorra. Três parâmetros estão disponíveis para configuração desta proteção: o nível de temperatura (30428), o tempo para atuação (30430) e a opção do ECW500 desligar a excitação em caso de falha (30432).

6.6.8 Proteção de Perda de Fase da Potência

Esta proteção indica se há problemas de falta de fase na alimentação da potência do ECW500. Um parâmetro está disponível para habilitar/desabilitar a proteção (30434).

NOTA!
A entrada de potência do ECW500 também suporta alimentação monofásica. Caso opte-se por esse tipo de alimentação, a proteção de Perda de Fase da Potência deve ser desabilitada, para que a falha relacionada não seja gerada indevidamente.

6.6.9 Proteção de Limites Máximo/Mínimo do PWM

Essa função possibilita que o nível da tensão de excitação seja limitado em qualquer valor entre -100% e +100% da tensão do barramento CC, através dos ajustes máximo e mínimo da saída PWM. Este ajuste deve ser feito conforme a tensão de alimentação da potência, de maneira a garantir uma dinâmica adequada para a regulação do controle. Caso a máxima tensão de disparo esteja em um nível não aceitável para a excitação, deve-se reduzir o limite máximo do PWM.

NOTA!
O ajuste do limite mínimo (tensão negativa) normalmente deve ficar no mesmo valor do limite máximo (tensão positiva).

6.7 PROTEÇÕES CRÍTICAS

6.7.1 Proteção de Subfrequência

Quando a frequência do sistema cair abaixo de 10 Hz o ECW500 é automaticamente desligado e um erro é gerado.

6.7.2 Proteção de Sobrecorrente de Excitação (PEOC)

A proteção de sobrecorrente de excitação atua sempre que a corrente de excitação exceder o nível configurado por um tempo maior que o ajustado, desligando automaticamente o regulador. Três parâmetros estão disponíveis para ajuste desta proteção: habilita/desabilita (30454), o nível de sobrecorrente (30456) e o tempo para a atuação da proteção (30458).

6.7.3 Proteção de Sobretensão no Barramento CC

Se a tensão no barramento CC atingir o valor máximo permitido um erro é gerado e o ECW500 é automaticamente desligado.

6.7.4 Proteção de Falhas nos Gatilhos dos Interruptores de Potência

O ECW500 monitora falhas nos gatilhos dos interruptores de potência individualmente. Caso algum deles falhe, o ECW500 é automaticamente desligado e um erro é gerado, indicando qual interruptor/gatilho falhou. Essa falha também é gerada em caso de curto-circuito nos terminais da saída de potência.

6.8 SAÍDAS DIGITAIS A RELÉS

O ECW500 possui seis saídas a relés para indicar informações sobre a operação do equipamento. Dois relés possuem funções fixas e quatro deles são configuráveis para indicar condições específicas de operação.

Todos os relés podem ser configurados para “Normalmente Aberto-NA” (em inglês, “Normally Open-NO”) ou “Normalmente Fechado-NF” (em inglês, “Normally Closed-NC”).

Além disso, os quatro relés que possuem funções configuráveis também podem ser programados conforme três tipos distintos de operação:

- “Fechado”, em que o relé permanece no estado comutado enquanto a falha existir;
- “Temporizado”, em que o relé permanece no estado comutado por um tempo determinado após a ocorrência da falha;
- “Mantém”, em que o relé permanece no estado comutado até que haja um reset da falha que ocasionou a operação do relé.

6.8.1 Relé de Status

O relé de status possui função fixa e indica se o ECW500 está ligado (em operação) ou desligado.

6.8.2 Relé de Falha Geral

O relé de falha geral possui função fixa e indica se há algum erro ou falha ativa no ECW500.

6.8.3 Relés Configuráveis 0, 1, 2 e 3

O ECW500 possui quatro relés, designados pelos números 0, 1, 2 e 3, com doze funções de indicação configuráveis. As funções que podem ser indicadas nestes relés estão mostradas na lista abaixo:

- Sobretensão de excitação;
- Sobrecorrente de excitação;
- Sobretensão nos terminais do estator;
- Subtensão nos terminais do estator;
- Subfrequência;
- Modo MECC;
- Perda de realimentação;
- Falha nos diodos girantes;
- LEOC atuando;
- LTOC atuando;
- LUF atuando;
- LEUC atuando.

6.9 PARTIDA SUAVE (SOFTSTART)

O ECW500 possui a funcionalidade de partida suave para os modos de operação MTVC e MECC, que são os modos offline. Esta função serve para aumentar gradativamente a referência do modo de operação até o valor final ajustado.

O ECW500 permite que sejam ajustados o nível de início da rampa (em termos percentuais em relação ao valor final) e o tempo que a referência levará para chegar até o valor final.

A Figura 6.20 mostra como é o comportamento da partida suave.

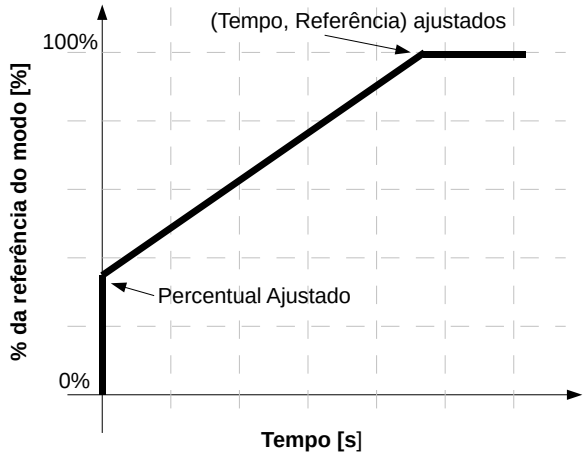


Figura 6.20 *– Curva típica da atuação da função de partida suave*

6.10 FUNÇÕES ESPECIAIS

6.10.1 Autocalibração da Medição da Corrente de Excitação

O ECW500 possui uma função de autocalibração do canal analógico de leitura da corrente de excitação. A calibração permite corrigir imprecisões inerentes à fabricação do produto e de tolerância dos componentes, garantindo maior exatidão na medição.

A autocalibração deve sempre ser executada com o ECW500 fora de operação (desconectado da máquina síncrona). Ela está acessível através dos menus da HMI ou pela comunicação do supervisório (parâmetro 30108).

Uma vez efetuada a calibração, um evento é gerado indicando o seu resultado.

ATENÇÃO!
A autocalibração deve ser executada com a excitação do ECW500 desligada.

6.10.2 Autocalibração das Entradas Analógicas

Para a entrada analógica de tensão (-10V a +10V), o ECW500 também disponibiliza uma função de autocalibração. Ela permite corrigir imprecisões inerentes à fabricação do produto e de tolerância dos componentes, garantindo maior exatidão na medição.
A autocalibração deve sempre ser executada com o ECW500 fora de operação (desconectado da máquina síncrona) e com os terminais da entrada analógica curto-circuitados. Ela está acessível através dos menus da HMI ou pela comunicação do supervisório (parâmetro 30110).

Uma vez executada a calibração, um evento é gerado indicando o seu resultado.

ATENÇÃO!
A autocalibração deve ser executada com a excitação do ECW500 desligada e com os terminais da entrada analógica de tensão curto-circuitados.

7 COMUNICAÇÃO MODBUS RTU

O protocolo Modbus foi inicialmente desenvolvido em 1979. Atualmente, é um protocolo aberto e amplamente difundido, utilizado por vários fabricantes em diversos equipamentos. A comunicação Modbus-RTU do ECW500 foi desenvolvida com base nos seguintes documentos:

- MODBUS Protocol Reference Guide Rev. J, MODICON, June 1996.
- MODBUS Application Protocol Specification, MODBUS.ORG, May 8th 2002.
- MODBUS over Serial Line, MODBUS.ORG, December 2nd 2002.

Nestes documentos estão definidos os formatos das mensagens utilizados pelos elementos que fazem parte da rede Modbus, os serviços (ou funções) que podem ser disponibilizados pela rede e como estes elementos trocam dados.

7.1 ESTRUTURA DAS MENSAGENS NO MODO RTU

A rede Modbus-RTU utiliza o sistema mestre-escravo para a troca de mensagens, onde são permitidos até 247 escravos, mas somente um mestre. Toda comunicação inicia com o mestre fazendo uma solicitação a um escravo, e este responde ao mestre o que foi solicitado. Em ambos os telegramas (pergunta e resposta), a estrutura utilizada é a mesma: Endereço, Código da Função, Dados e CRC. Apenas o campo de dados poderá ter tamanho variável, dependendo do que está sendo solicitado.

Mestre (telegrama de requisição):

Endereço	Função	Dados da Requisição	CRC
1 byte	1 byte	N bytes	2 bytes

Escravo (telegrama de resposta):

Endereço	Função	Dados da Resposta	CRC
1 byte	1 byte	N bytes	2 bytes

7.2 FUNÇÕES MODBUS DISPONÍVEIS NO ECW500

As funções MODBUS disponíveis no ECW500 são listadas abaixo. Informações detalhadas para a utilização dessas funções são encontradas na especificação do protocolo MODBUS.

- F0x01: Read Coils.
- F0x02: Read Discrete Inputs.
- F0x03: Read Holding Registers.
- F0x04: Read Input Registers.
- F0x05: Write Single Coils.
- F0x0F: Write Multiple Coils.
- F0x10: Write Multiple Registers.
- F0x2B: Read Device Identification.

7.3 TRANSMISSÃO SERIAL

Na especificação do protocolo estão definidos dois modos de transmissão, ASCII e RTU, que definem a forma como os bytes da mensagem são transmitidos. Porém, o ECW500 utiliza somente o modo RTU para a transmissão de telegramas.

O ECW500 utiliza uma interface RS-485 que pode ser configurada como Half Duplex ou Full Duplex através do parâmetro 30002. Na tabela de parâmetros do capítulo 1 podem-se verificar todas as opções para configuração dessa interface de comunicação (parâmetros 30006 a 30014).

7.3.1 Tempo entre Mensagens

No modo RTU não existe um caracter específico que indique o início ou o fim de um telegrama. A indicação de quando uma nova mensagem começa ou quando ela termina é feita pela ausência de transmissão de dados na rede, por um tempo mínimo de 3,5 vezes o tempo de transmissão de um byte de dados (11 bits). Sendo assim,

caso um telegrama tenha iniciado após a decorrência deste tempo mínimo, os elementos da rede irão assumir que o primeiro caracter recebido representa o início de um novo telegrama. E da mesma forma, os elementos da rede irão assumir que o telegrama recebido chegou ao fim quando este tempo decorra novamente.

Assim, se durante a transmissão de um telegrama o tempo entre os bytes for maior que este tempo mínimo, o ECW500 irá descartar os bytes recebidos e considerará o telegrama inválido.

A Tabela 7.1 mostra os tempos de transmissão e intervalo mínimo para diferentes taxas de comunicação.

Tabela 7.1 *– Taxas de comunicação e tempos envolvidos na transmissão de telegramas*

Taxa de Comunicação	T_{11bits}	$T_{3,5x}$
9600 bits/s	1,146 ms	4,010 ms
19200 bits/s	573 µs	2,005 ms
38400 bits/s	573 µs	2,005 ms
57600 bits/s	573 µs	2,005 ms

Em que:
T_{11bits} – tempo para transmitir uma palavra do telegrama
$T_{3,5x}$ – Intervalo mínimo para indicar começo e fim de telegrama (3,5 x T_{11bits})

7.3.2 Interface Física

A interfase física RS485 para comunicação do ECW500 na rede MODBUS RTU é isolada internamente e consiste em 5 terminais marcados, identificados conforme abaixo na etiqueta afixada na lateral do produto.

COMUNICAÇÃO	COM 1				
Número no Conector	2	3	4	5	6
Identificação	GND	TxB(-)	TxA(+)	RxB(-)	RxA(+)

Para a conexão correta, deve-se definir primeiramente se o modo de transmissão será Half Duplex ou Full Duplex. No modo Half Duplex, apenas os terminais RxB, RxA e GND são utilizados, tanto para transmissão quanto para recepção de dados. No modo Full Duplex todos os terminais são utilizados, sendo que os terminais RxA e RxB são utilizados para receber os dados do mestre da rede e os terminais TxA e TxB são utilizados para transmitir os dados para o mestre da rede MODBUS.

Para a comunicação com computadores é necessário a utilização de um conversor para a interface USB (ou para a interface RS232, se disponível).

A WEG disponibiliza como acessório o conversor USB-i485 (Figura 7.1), que pode ser adquirido diretamente ou através de um dos seus representantes, pelo código 11511558.

Figura 7.1 *– Conversor USB / RS485*

8 COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

Os tópicos desse capítulo formam um guia de configuração e start-up do ECW500 e da máquina síncrona.

Para que o ECW500 seja colocado em funcionamento de forma segura, é muito importante seguir as orientações desse capítulo.

Antes, porém, o regulador já deverá ter sido instalado de acordo com o capítulo 5.

8.1 EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

A seguir estão relacionados os itens necessários para fazer a configuração inicial do ECW500.

- Osciloscópio com ponteiras de corrente e de tensão até 1000 V;
- ECW500 com HMI;
- PC com sistema Windows e software de monitoramento Superdrive G2 ou outro software de monitoramento para protocolo Modbus RTU. Para mais informações sobre o software Superdrive G2, consulte o manual específico;
- Conversor RS485 - USB para acesso ao protocolo do ECW500 via PC;
- Uma fonte de tensão para a alimentação da eletrônica.

8.2 PREPARAÇÃO E ENERGIZAÇÃO DA ELETRÔNICA

Antes de efetuar a energização da potência do ECW500 (P-A/P-B/P-C), é recomendável executar a sequência de etapas a seguir.

1. Verifique se as conexões de potência, aterramento e controle estão corretas e firmes.
2. Retire todos os restos de materiais do interior do painel de acionamento.
3. Verifique se a corrente e a tensão do motor/gerador estão de acordo com o regulador.
4. Meça a tensão de alimentação da eletrônica e verifique se está dentro da faixa permitida.
5. Alimente a eletrônica (L~/N~ ou BAT+/BAT-) e confirme o sucesso da energização: o display deve mostrar a tela de monitoração padrão (Figura 6.1).

8.3 DADOS DO SISTEMA

Preencha a tabela a seguir com os dados do sistema.

Tabela 8.1 *– Dados do sistema*

Tensão de linha dos terminais da máquina		Vca
Frequência da máquina		Hz
Potência reativa da máquina		kVAr
Velocidade de rotação nominal da máquina		RPM
Tensão de excitação sem carga		Vcc
Corrente de excitação sem carga		Acc
Tensão da excitação com carga nominal		Vcc
Corrente de excitação com carga nominal		Acc

8.4 CONFIGURANDO O ECW500

8.4.1 Parâmetros Nominais

Para iniciar a configuração do ECW500 devem-se ajustar os parâmetros nominais da máquina síncrona e dos transformadores de realimentação (veja na Figura 6.2 o caminho para a tela “Parâmetros Nominais”).

Tensão terminal nominal _____ V
Corrente terminal nominal _____A
Frequência nominal _____Hz
Tensão de excitação nominal _____Vcc
Corrente de excitação nominal _____Acc
Primário do transformador de corrente _____A
Secundário do transformador de corrente _____A
Primário do transformador de tensão _____V
Secundário do transformador de tensão _____V

NOTA!
Após a configuração dos valores nominais de tensão e corrente terminal da máquina, o valor da potência nominal é calculado automaticamente.

ATENÇÃO!
A configuração dos parâmetros da aplicação é fundamental para a adequada operação do produto, pois a conversão de algumas leituras efetuadas pelo ECW500 é baseada nos valores definidos por esses parâmetros.

8.4.2 Modos de Operação e Limitadores

A seguir devem-se configurar os modos de operação do regulador e o funcionamento dos limitadores. Estas configurações se encontram nas telas “Modos de Operação” e “Config. Limitadores”.

Modo de controle singelo (MTVC ou MECC): _____
Modo de controle online (desligado, MPFC ou MRPC): _____
Modo de controle paralelo (desligado ou DROOP): _____
Modo do limitador de subfrequência LUF (U/f ou Volts/Herts): _____
Limitador de sobrecorrente de excitação LEOC (ligado/desligado): _____
Limitador de subexcitação LEUC (ligado/desligado): _____
Limitador de sobrecorrente terminal LTOC (ligado/desligado): _____

8.4.3 Configuração das Entradas e Saídas

Nesta etapa configuram-se todas as entradas digitais, saídas a relé e a entrada analógica do equipamento. As configurações relativas a estes periféricos estão no menu “Configuração ECW”.
Para mais detalhes sobre o funcionamento das entradas digitais e suas configurações possíveis, veja o item 6.2.

	Pressionado	Liberado	Mantém
Liga excitação			
Desliga excitação			
Incrementa			
Decrementa			
Modo MTVC			
Modo MECC			
Habilita operação online			
Desabilita operação online			
Habilita operação paralela			
Desabilita operação paralela			
Reset de alarmes			

Configuração para a entrada analógica:

Tipo da entrada analógica (+/-10 Vcc ou 4 a 20 mA): _____
Ganho da entrada analógica no modo MTVC: _____
Ganho da entrada analógica no modo MECC: _____
Ganho da entrada analógica no modo MRPC: _____
Ganho da entrada analógica no modo MPFC: _____

Configuração das saídas a relé:

Relé de status (NA/NF): _____
Relé de falhas (NA/NF): _____

	Relé 0	Relé 1	Relé 2	Relé 3
NA / NF				
Tipo de atuação				
Tempo de atuação				
Aviso da proteção de sobretensão terminal (PTOV)				
Aviso da proteção de subtensão terminal (PTUV)				
Aviso da proteção de subfrequência (PUF)				
Aviso da proteção de sobrecorrente de excitação (PEOC)				
Aviso do limitador de subexcitação (LEUC)				
Aviso quando alterna para MECC				
Aviso da proteção de perda de realimentação (PFL)				
Aviso da proteção de falha nos diodos girantes (PED)				
Aviso do limitador de sobrecorrente de excitação atuando (LEOC)				
Aviso do limitador de sobrecorrente terminal atuando (LTOC)				
Aviso do limitador de subfrequência atuando (LUF)				

8.4.4 Configuração do Controle

A configuração do controle engloba todos os ajustes de referência dos controladores, dos limitadores e rampa de partida.

Tensão de referência ajustada (modo MTVC): _____
Corrente de excitação de referência ajustada (modo MECC): _____
Referência de potência reativa ajustada (modo MRPC): _____
Referência de fator de potência ajustada (modo MPFC): _____
Máximo ajuste da referência de tensão (modo MTVC): _____
Mínimo ajuste da referência de tensão (modo MTVC): _____
Máximo ajuste da referência de corrente de excitação (modo MECC): _____
Mínimo ajuste da referência de corrente de excitação (modo MECC): _____
Seguidor interno do modo MECC (habilitado/desabilitado): _____
Máximo ajuste da referência de potência reativa (modo MRPC): _____
Mínimo ajuste da referência de potência reativa (modo MRPC): _____
Máximo ajuste da referência do fator de potência (modo MPFC): _____
Mínimo ajuste da referência do fator de potência (modo MPFC): _____
Nível inicial da rampa de partida suave: _____
Tempo da rampa: _____

Frequência do joelho do limitador U/f: _____
Inclinação da curva do limitador U/f: _____

Caso o limitador de sobrecorrente de excitação (LEOC) esteja ativo, configurar os níveis e tempo de atuação desse limitador.

LEOC Nível alto: _____
LEOC Tempo de atuação: _____
LEOC Nível baixo: _____

Caso o limitador de subcorrente de excitação (LEUC) esteja ativo, configurar a curva de proteção PxQ conforme a curva de capabilidade especificada para a máquina.

Máxima potência reativa para ajuste da curva: _____
Mínima potência reativa para ajuste da curva: _____
Máxima potência ativa para ajuste da curva: _____
Mínima potência ativa para ajuste da curva: _____

	Potência Ativa	Potência Reativa
Ponto 1		
Ponto 2		
Ponto 3		
Ponto 4		
Ponto 5		

Caso o limitador de sobrecorrente terminal (LTOC) esteja ativo, configurar os níveis e tempo de atuação desse limitador.

LTOC Nível alto: _____
LTOC Tempo de atuação: _____
LTOC Nível baixo: _____

8.4.5 Configuração das Proteções

Proteção de perda de realimentação PFL (ligada/desligada): _____
Proteção de perda de realimentação PFL alterna para modo MECC: _____
Proteção de perda de realimentação PFL nível tensão equilibrada: _____
Proteção de perda de realimentação PFL nível tensão desequilibrada: _____
Proteção de perda de realimentação PFL tempo para atuação: _____
Proteção de sobretensão de excitação PEOV (ligada/desligada): _____
Proteção de sobretensão de excitação PEOV nível limite: _____
Proteção de sobretensão de excitação PEOV tempo para atuação: _____
Proteção de sobrecorrente de excitação PEOC (ligada/desligada): _____
Proteção de sobrecorrente de excitação PEOC nível limite: _____
Proteção de sobrecorrente de excitação PEOC tempo para atuação: _____
Proteção de subtensão terminal PTUV (ligada/desligada): _____
Proteção de subtensão terminal PTUV nível limite: _____
Proteção de subtensão terminal PTUV tempo para atuação: _____
Proteção de sobretensão terminal PTOV (ligada/desligada): _____
Proteção de sobretensão terminal PTOV nível limite: _____
Proteção de sobretensão terminal PTOV tempo para atuação: _____
Proteção dos diodos girantes PED (ligada/desligada): _____
Proteção dos diodos girantes PED atraso para atuação: _____
Proteção dos diodos girantes PED máxima ondulação: _____
Proteção dos diodos girantes PED limite 1ª harmônica: _____
Proteção dos diodos girantes PED limite 2ª harmônica: _____
Proteção de perda de excitação PEL (ligada/desligada): _____
Proteção de perda de excitação PEL tempo para aviso: _____
Proteção do módulo de potência máximo PWM: _____
Proteção do módulo de potência mínimo PWM: _____
Proteção do módulo de potência por perda de fase (habilitada/desabilitada): _____
Proteção do módulo de potência, máxima temperatura do módulo: _____
Proteção do módulo de potência, tempo para aviso da máxima temperatura: _____
Proteção do módulo de potência, habilita/desabilita desligamento: _____

NOTA!
Os ajustes dos limites da proteção dos diodos girantes (PED) deverão ser feitos durante a primeira excitação da máquina.

8.5 TESTES NOS MODOS OFFLINE

Depois de finalizada a configuração do regulador, deve ser feita a primeira energização excitando a máquina síncrona sem carga e desconectada de outras máquinas ou da rede. O objetivo principal é a detecção de conexões e configurações incorretas.

8.5.1 Ligando e Desligando o Regulador com a Máquina Girando

1. Com o regulador desligado verifique se os comandos “Automático” e “Manual” estão alternando o modo de operação do regulador via HMI, via software de supervisão ou chaves específicas nas entradas digitais.

   Resultado: _____

2. Com a máquina girando, verificar a medição da tensão remanente, da corrente terminal e da frequência da máquina, na HMI ou no software de supervisão.

   Resultado: _____

3. Colocar o regulador no modo manual (MECC) e ajustar a referência de corrente de excitação para 20% do valor da corrente de excitação nominal. Habilitar o regulador e aguardar a rampa atingir o ajuste de referência.

4. Mantenha os parâmetros de estabilidade do MECC nos valores de fábrica. Se ocorrer oscilação na corrente de excitação, ajuste os parâmetros de estabilidade para melhorar a dinâmica. Para definir os parâmetros de estabilidade podem ser aplicados degraus de referência em torno de 5% a 10%. A resposta da corrente não deve apresentar oscilações nem sobressinal.

   Ganho proporcional Kp do controlador PI do modo MECC: _____
   Ganho integral Ki do controlador PI do modo MECC: _____

5. Ajustar a referência do MECC até obter a tensão nominal da máquina. A tensão pode ser verificada na tela de medições da HMI.

   Referência MECC p/ tensão nominal: _____

6. Verifique com um osciloscópio a tensão de excitação. A forma de onda deve ser uma onda quadrada com valor máximo proporcional à tensão alternada aplicada na entrada de potência. A frequência deve estar em torno de 2 kHz e com razão cíclica próxima ao mostrado na tela de medições da HMI.

7. Alterne para o modo automático via entradas digitais, comando na HMI ou comando via software de supervisão.

   Resultado: _____

8. Se a tensão terminal não estiver estável, um ajuste nos parâmetros de estabilidade deve corrigir a oscilação. Para completar o ajuste de estabilidade, aplique degraus de referência em torno de 5% a 10% avaliando a resposta do controle de tensão.

   Ganho proporcional Kp do controlador PI do modo MTVC: _____
   Ganho integral Ki do controlador PI do modo MTVC: _____

9. Desligar o regulador usando as entradas digitais ou a HMI.

   Resultado: _____

10. Religar a excitação no modo MTVC verificando se a rampa de partida ocorre de acordo com a configuração. Quando atingir a tensão de referência, testar o incremento e decremento da referência de tensão pelas entradas digitais e analógica (se usadas).

    Resultado: _____

8.5.2 Teste do Limitador de Corrente de Excitação

1. Com o regulador ainda operando no modo de controle de tensão, verificar a corrente de excitação com a máquina síncrona a vazio e com a referência do controle MTVC igual à tensão nominal da máquina: _____

2. Reduzir a referência de tensão para o mínimo permitido e verificar novamente a corrente de excitação: _____

3. Configurar o nível alto do LEOC em um valor um pouco abaixo do verificado no passo 1. Ajustar o nível baixo do LEOC para o valor verificado no passo 2, e deixar o tempo de atuação no padrão de fábrica (10 s). Manter os parâmetros de estabilidade do LEOC nos valores padrões de fábrica.

   LEOC Nível Alto: _____
   LEOC Nível Baixo: _____

4. Alterar a referência do modo MTVC para a tensão nominal da máquina. O limitador deve atuar imediatamente, mantendo a corrente de excitação no valor ajustado como nível alto. Após 10 segundos, a corrente de excitação deve ser limitada no valor configurado no nível baixo.

   Resultado: _____

5. Se necessário, fazer os ajustes de estabilidade do limitador até obter um controle de corrente sem oscilações. Os ajustes podem ser baixos, pois o controle lento não prejudica o desempenho do sistema.

   Kp LEOC: _____
   Ki LEOC: _____

6. Após o teste da estabilidade do limitador, alterar novamente os níveis alto e baixo do limitador para o valor necessário em operação. Se desejado, ajustar também o tempo de atuação desse limitador.

   LEOC Tempo de Atuação: _____
   LEOC Nível Alto: _____
   LEOC Nível Baixo: _____

8.6 TESTES NOS MODOS ONLINE

Os ensaios a seguir são válidos para start-up de geradores ou motores síncronos. No caso de motores, deve-se considerar que a máquina já está girando na velocidade de sincronismo ou próxima a ela.

1. Colocar o regulador no modo MECC antes de fechar o sincronismo com a rede. Não permitir que os contatos de paralelo coloquem o regulador no modo online. Ajustar a referência do MECC de forma a obter nos terminais da máquina a mesma tensão do barramento ou da rede. Aguardar o sincronismo.

   Resultado: _____

2. Com a máquina conectada à rede/barramento e com o controle da excitação em modo manual (MECC), verificar a medição da corrente terminal e das potências ativa e reativa trifásica para conferir a polaridade das conexões. Caso a medição da potência ativa e reativa não esteja coerentes com o tipo da máquina (motor/gerador), inverta a polaridade do transformador de corrente.

   Resultado: _____

3. Configurar o modo de controle de reativos desejado e transferir para este modo executando o comando pelas entradas digitais, pelo software de supervisão ou pela HMI. Esteja preparado para retornar ao modo MECC caso ocorra uma sobre-excitação da máquina.

   Modo de controle de reativos: _____
   Resultado: _____

4. Configurar os ganhos do modo de reativos selecionado (MPFC ou MRPC) aplicando variações na referência e verificando a resposta dinâmica.

   Kp (MPFC ou MRPC): _____
   Ki (MPFC ou MRPC): _____

5. Com a máquina operando em paralelo, configurar o modo de reativo escolhido para gerar o mínimo de reativo possível. Ajustar o nível baixo do limitador LEOC para um valor 15% acima da corrente de excitação verificada com o mínimo de reativo. Habilitar o limitador e aumentar a referência de reativo até que o limitador entre em atuação.

   Resultado: _____

6. Verificar a resposta dinâmica do limitador e fazer os ajustes necessários. Após os ajustes, configurar os níveis alto e baixo do LEOC para operação normal.

   LEOC Nível Alto: _____
   LEOC Nível Baixo: _____

7. Configurar o modo de reativo escolhido para gerar o mínimo de reativo possível. Ajustar o nível baixo do limitador LTOC para um valor 15% acima da corrente terminal verificada com o mínimo de reativo. Habilitar o limitador e aumentar a referência de reativo até que o limitador entre em atuação.

   Resultado: _____

8. Verificar a resposta dinâmica do limitador e fazer os ajustes necessários. Após os ajustes, configurar os níveis alto e baixo desejados no LTOC para operação normal, além do seu tempo de atuação.

   LTOC Tempo de Atuação: _____
   LTOC Nível Alto: _____
   LTOC Nível Baixo: _____

9. Configurar o modo de reativo escolhido para gerar o mínimo de reativo possível. Ajustar o limitador LEUC entrando com a curva de potência ativa e reativa da máquina, fornecida pelo fabricante (curva PxQ). A curva deve ser composta de 5 pontos de potência ativa e 5 pontos de potência reativa. Ajustar a referência do modo de reativo escolhido para um valor negativo, de maneira que a máquina passe a absorver reativos. Continuar a variar a referência até que o limitador entre em atuação.

   Ponto 1: Potência ativa: _____ Potência reativa: _____
   Ponto 2: Potência ativa: _____ Potência reativa: _____
   Ponto 3: Potência ativa: _____ Potência reativa: _____
   Ponto 4: Potência ativa: _____ Potência reativa: _____
   Ponto 5: Potência ativa: _____ Potência reativa: _____

   Resultado: _____

10. Verificar a resposta dinâmica do limitador e fazer os ajustes necessários.

    Kp LEUC: _____
    Ki LEUC: _____

11. Ajustar a referência do modo online escolhido para a operação normal.

    Referência (MPFC ou MRPC): _____

9 MANUTENÇÃO

Este capítulo apresenta recomendações de manutenção para o ECW500.

9.1 DIAGNÓSTICO DE FALHAS

Consulte o capítulo 2 – Erros, Avisos e Eventos para maiores detalhes sobre as mensagens de falhas e avisos gerados pelo ECW500.

9.2 SUPORTE TÉCNICO

Em caso de dúvidas ou mau funcionamento do produto, entre em contato com a Assistência Técnica da WEG por um dos seguintes canais:

- Fone: 0800-701-0701;
- e-mail: astec@weg.net;
- Fax: (47) 3276-4200.

NOTA!
Para consultas ou solicitação de serviços, é importante ter em mãos os seguintes dados:
- Modelo do ECW500;
- Número de série e código de data constantes na etiqueta de identificação do produto;
- Versão de software instalada;
- Dados da aplicação e da programação efetuada.

9.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

PERIGO!
- Sempre desconecte a alimentação geral antes de tocar em qualquer componente elétrico associado ao ECW500.
- Altas tensões podem estar presentes mesmo após a desconexão da alimentação.
- Aguarde pelo menos 20 minutos para a descarga completa dos capacitores da potência.
- Sempre conecte a carcaça do equipamento ao aterramento de proteção (PE) no ponto adequado para isto.

ATENÇÃO!
Os cartões eletrônicos possuem componentes sensíveis a descargas eletrostáticas. Não toque diretamente sobre os componentes ou conectores. Se necessário, toque antes na carcaça metálica aterrada ou utilize pulseira de aterramento adequada.

Quando instalados em ambientes com condições de funcionamento apropriados (verifique a seção 5.2.1 – Condições Ambientais), o ECW500 requer pequenos cuidados de manutenção. As principais verificações a serem feitas são as seguintes:

- manter as conexões elétricas limpas e firmes;
- manter o produto limpo, removendo acúmulos de poeira, óleos e umidade dos cartões eletrônicos;
- manter os espaços para ventilação e as aletas do dissipador desobstruídas.

A tabela a seguir lista as principais inspeções periódicas recomendadas para o ECW500.

Tabela 9.1 – Inspeções periódicas recomendadas para o ECW500

Componente	Anormalidade	Ação Corretiva
Terminais, conectores	Parafusos frouxos Conectores frouxos	Aperto
Cartões eletrônicos	Acúmulo de poeira, umidade, óleos, etc.	Limpeza
	Odor	Substituição
Capacitores do barramento CC (circuito intermediário)	Descoloração, odor, vazamento de eletrólito.	Substituição
	Válvula de segurança expandida ou rompida	
Dissipador	Acúmulo de poeira, demais impurezas	Limpeza

9.4 INSTRUÇÕES PARA LIMPEZA DO PRODUTO

Quando for necessário limpar o ECW500, siga as instruções abaixo.

Espaços de ventilação

- Desligar a alimentação do ECW500 e aguardar 20 minutos.
- Remover o pó depositado nas entradas de ventilação, utilizando uma escova plástica ou uma flanela.
- Remover o pó acumulado sobre as aletas do dissipador utilizando ar comprimido.

Cartões eletrônicos

- Desligar a alimentação do ECW500 e aguardar 20 minutos.
- Remover o pó acumulado sobre os cartões, utilizando uma escova antiestática ou pistola de ar comprimido ionizado (Exemplo: Charges Burtes Ion Gun (non nuclear) referência A6030-6DESCO).
- Utilize sempre pulseira de aterramento.

9.5 SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS FREQUENTES

ATENÇÃO!
Apenas pessoas treinadas e capacitadas devem executar reparos e testes no ECW500.
Se as instruções desta seção não forem suficientes para resolver os problemas, entre em contato com a assistência técnica da WEG para informações adicionais sobre como proceder.

ECW500 parece inoperante ou reinicializa frequentemente

Se o ECW500 parecer inoperante e a HMI não ligar ou reiniciar frequentemente, verifique se a alimentação da eletrônica (CA ou CC) está dentro das especificações (consulte a tabela de especificações no capítulo 10 – Especificações Técnicas).

HMI congelada ou com a mensagem “Comunicação Perdida”

Desligar a alimentação do ECW500 por aproximadamente 30s e religá-la. Caso o problema persista, entre em contato com a Assistência Técnica da WEG.

Tensão do gerador não aumenta

Pontos a verificar:

- Tensão nominal ajustada.
- Referência de tensão no modo MTVC.
- Parâmetros que indicam a tensão do primário e do secundário dos transformadores de realimentação.
- Conexões da realimentação de tensão do produto com o gerador.
- Configurações da função de partida suave (soft-start). Ajustá-las, se necessário, conforme a aplicação.
- Conexão de saída de excitação (campo).
- Níveis de atuação do limitador de excitação LEOC. Desabilitá-lo temporariamente, se necessário.

Tensão baixa no gerador no modo MTVC

Pontos a verificar:

- Referência de tensão do modo MTVC.
- Parâmetros que indicam a tensão do primário e do secundário dos transformadores de realimentação.
- Conexões da realimentação de tensão do produto com o gerador.
- Limitador de excitação LEOC (não deve estar ativo).
- Modo de operação selecionado (deve ser MTVC).
- Frequência de joelho do limitador de subfrequência LUF (deve estar abaixo da frequência do sistema).

Tensão alta no gerador no modo MTVC

Pontos a verificar:

- Referência de tensão do modo MTVC.
- Parâmetros que indicam a tensão do primário e do secundário dos transformadores de realimentação.
- Conexões da realimentação de tensão do produto com o gerador.
- Modo de operação selecionado (deve ser MTVC).

Instabilidade no controle de tensão

Caso o controle de tensão apresente instabilidade, verifique primeiramente os ganhos do controle (Kp, Ki e Kd) para o modo de operação utilizado.
Se o ajuste dos ganhos não resultar em um controle satisfatório, verifique se os transformadores de excitação atendem as especificações recomendadas no capítulo 10 – Especificações Técnicas.

Limitadores e proteções atuando

Os limitadores e as proteções do ECW500 servem para proteger tanto a máquina síncrona como o próprio equipamento. Se alguma dessas condições estiver ocorrendo, certifique-se que o problema seja solucionado. Verifique também se as configurações para cada limitador e proteções estão corretamente dimensionadas para a aplicação em questão.

Medidas apresentadas na HMI ou no software de supervisão estão diferentes para uma carga conhecida

Se as medições apresentadas pelo ECW500 estiverem significativamente diferentes das medidas esperadas para uma carga conhecida, verifique se a medição de corrente da máquina está corretamente conectada à fase B, e não às fases A ou C. Verifique também se a polaridade do transformador de corrente está correta. Se o problema estiver relacionado apenas ao sinal da potência reativa, inverta a polaridade do transformador de corrente. Verifique também as configurações dos primários e secundários dos transformadores de corrente e tensão.

Falhas na comunicação

Verifique as configurações da comunicação MODBUS RTU e da interface física de comunicação. Para mais detalhes, consulte o capítulo 7 – Comunicação Modbus RTU.

10 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

10.1 DADOS DA POTÊNCIA

ALIMENTAÇÃO	TENSÃO ALTERNADA	■ Máximo de 242 Vca trifásico ou monofásico, entre linhas. ■ Recomendado: 1,73 x $V_{Exc\_Nominal}$ (tensão nominal de excitação)[1]. ■ Frequência de 30 Hz a 500 Hz.
	TENSÃO CONTÍNUA[2]	■ Até 325 Vcc.
	POTÊNCIA CONSUMIDA	■ Para alimentação trifásica, necessário 1,63 x potência de saída. ■ Para alimentação monofásica, necessário 1,94 x potência de saída.
SAÍDA	CORRENTE	■ Nominal de 20 A @ 110 Vcc. ■ Máxima de 30 A @ 210 Vcc, durante 1 minuto. ■ Faixa de medição: de 0,5 A a 35 A. ■ Erro máximo da medição: ±5%
	TENSÃO	■ Máxima de 1,35 x V_L (tensão de linha), para alimentação trifásica. ■ Máxima de 0,90 x V_L (tensão de linha), para alimentação monofásica. ■ Frequência de comutação de 2 kHz.
	IMPEDÂNCIA DA CARGA	■ Resistência mínima de 7 Ohms.
	POTÊNCIA DISSIPADA	■ Máximo de 2200 W.
CONDIÇÕES AMBIENTAIS	TEMPERATURA	■ Operação: -40°C a 50°C (-40 a 122 F) ■ Armazenamento: -40°C a 85°C (-40 a 185 F)
	UMIDADE RELATIVA DO AR	■ 10 a 90%, sem condensação.
	ALTITUDE	■ 0 a 1000m: condições nominais. ■ 1000 a 4000m: redução de 1% da corrente para cada 100m acima de 1000m.
	GRAU DE POLUIÇÃO	■ Grau 2, conforme EN50178 e UL508C.
MECÂNICA	GRAU DE PROTEÇÃO	■ IP20.

10.2 DADOS DA ELETRÔNICA / GERAIS

ALIMENTAÇÃO	FONTE[3]	■ 85 a 242 Vca, monofásico, 50/60 Hz ou ■ 110 a 325 Vcc.
	CONSUMO	■ Máximo 72 VA (tensão alternada) ou 43 W (tensão contínua).
CONTROLE	REGULADORES	■ Taxa de execução de 4ms.
	PERFORMANCE	■ Regulação de ±0,25% no modo MTVC, com a tensão de excitação recomendada. ■ Estabilidade de ±0,1% no modo MTVC, com carga constante.
ENTRADAS	ANALÓGICAS	■ 2 entradas diferenciais isoladas, impedância 200kΩ (tensão) ou 249Ω (corrente), para referência dos modos de operação - -10V a +10V, resolução 11 bits + sinal e - 4 a 20mA, resolução 12 bits, com identificação de fio rompido p/ corrente < 4mA
	DIGITAIS	■ 11 entradas digitais isoladas, 24 Vcc, sem polaridade, funções fixas. ■ Potência máxima p/ cada entrada em nível alto: 420 mW.
	REALIMENTAÇÃO DE TENSÃO	■ Valor nominal: 115 Vca entre linhas, monofásico (A-C) ou trifásico (A-B-C). ■ Medição máxima: 161 Vca entre linhas. ■ Erro máximo da medição: ±1,0%. ■ Potência consumida: 1 VA. ■ Medição de frequência: de 10 Hz a 150 Hz.
	REALIMENTAÇÃO DE CORRENTE	■ Valor nominal: 1 A ou 5 A, 50/60 Hz, em terminais separados. ■ Medição máxima: 1,2 A (para o terminal de 1 A) e 6 A (para o terminal de 5 A). ■ Erro máximo da medição: ±2,5%. ■ Potência consumida: 1 VA.
SAÍDAS	DIGITAIS (A RELÉ)	■ 6 relés com contatos NA/NF (NO/NC), 250 Vca, 8 A, funções fixas (2 relés) e programáveis (4 relés). ■ Máxima capacidade de abertura: - 35 Vcc: 8 A - 48 Vcc: 1,2 A - 125 Vcc: 0,3 A ■ Máxima tensão de comutação: 400 Vca

[1] Exemplo: para V_{Exc_Nom}=32 Vcc, a tensão de alimentação recomendada seria de 55 Vca. Tensões de alimentação muito acima deste valor poderão piorar a resposta dinâmica.

[2] A entrada auxiliar CC para alimentação da potência permite que uma máquina sem tensão remanente suficiente seja controlada quando a alimentação for proveniente dos terminais da máquina. A fonte de origem deve ser isolada galvanicamente da alimentação da potência.

[3] As alimentações da eletrônica são redundantes e exigem um transformador de isolação na entrada CA caso tenham a mesma procedência.

SEGURANÇA	PROTEÇÕES	■ Subtensão e sobretensão na máquina, com níveis de atuação ajustáveis. ■ Falta de fase na potência. ■ Subfrequência na máquina. ■ Sobretensão na excitação (ajustável). ■ Sobretensão no barramento CC. ■ Sobretemperatura na potência (ajustável). ■ Sobrecorrente na excitação (ajustável). ■ Perda de excitação. ■ Perda de realimentação (ajustável). ■ Detecção de falha nos diodos girantes. ■ Detecção de falha na CPU.
INTERFACES	HMI	■ Permite acesso/alteração de todos os parâmetros. ■ Indicação de alarmes, falhas e eventos. ■ Possibilidade de montagem externa, via cabo serial até 10m (veja seção 4.5.2).
	USB	■ Somente para atualização de firmware.
	RS 485 / 422	■ Full/Half Duplex, 9600 bps a 115200 bps, 8 bits, Modbus RTU.

WEG Drives & Controls – Automação LTDA.
Jaraguá do Sul - SC - Brasil
Fone 55 (47) 3276-4000 - Fax 55 (47) 3276-4020
São Paulo - SP - Brasil
Fone 55 (11) 5053-2300 - Fax 55 (11) 5052-4212
automacao@weg.net
www.weg.net